AUS DER KLINIK FÜR HAUT- UND GESCHLECHTS-
KRANKHEITEN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG
Vorstand: Professor Dr. med. H. Schuermann

Zur Frage der Lebensdauer menschlicher und tierischer Spermatozoen in vivo, in vitro und post mortem

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Hubert Woll
aus Tauberbischofsheim

Würzburg 1955

AUS DER KLINIK FÜR HAUT- UND GESCHLECHTS-
KRANKHEITEN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG
Vorstand: Professor Dr. med. H. Schuermann

Zur Frage der Lebensdauer menschlicher und tierischer Spermatozoen in vivo, in vitro und post mortem

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Hubert Woll
aus Tauberbischofsheim

Würzburg 1955

Tag der mündl. Prüfung:
5. Aug. 1955

Referent: Prof. Dr. med. H. Schuermann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meinen lieben Eltern!

Inhaltsverzeichnis:

Seite

I. Einleitung 5

II. Lebensdauer der Spermatozoen in den verschiedenen Teilen des männlichen und weiblichen Genitaltraktes 5
a) in den Hoden 5
b) in den Nebenhoden 6
c) in den Samenblasen 7
d) im Ejakulat 8
e) in der Vagina 11
f) in der Cervix 11
g) im Uterus 12
h) in den Tuben 13

III. Überlebensdauer der menschlichen Spermatozoen post mortem . . 14

IV. Experimentelle Untersuchungen an Nebenhoden- und Ejakulatspermatozoen 15
a) Erläuterung der Versuchsanordnung 15
b) Fehlerquellen 15
c) Die Bestimmung der Motilität 16
d) Die Bestimmung der Vitalität 17

V. Versuche über Konservierung von Meerschweinchennebenhoden und Kontrolle der Spermatozoen in verschiedenen Lösungen 17

VI. Versuche über die Lebensdauer von Nebenhodenspermatozoen bei Zimmertemperatur in verschiedenen Lösungen 19
a) Meerschweinchen 19
b) Bullen 20
c) Eber 20
d) Hund 20
e) Ratte 20

VII. Einwirkung verschiedener Temperaturen auf Meerschweinchennebenhodenspermatozoen 21
a) + 22° — 24° C. (Zimmertemperatur) 21
b) + 40° C. 21
c) + 55° C. 21

VIII. Versuche zur Überlebensdauer von Meerschweinchennebenhodenspermatozoen post mortem in verschiedenen Lösungen 22

IX. Versuche über Lebensdauer menschlicher Ejakulatspermatozoen bei Aufbewahrung bei + 4° C. im Nativpräparat 22

X. Nachweis von Oxydasegranula 23

XI. Diskussion 25

XII. Zusammenfassung 27

XIII. Literaturverzeichnis 29

Einleitung.

Vor der Anwendung des Mikroskops zur Erforschung der männlichen Samenflüssigkeit finden wir nur spekulativ-naturphilosophische Anschauungen über die genetische Bedeutung des Samens, denn erst das Mikroskop ließ tiefere Einblicke in das Gebiet der Spermatozoenforschung zu. Als Entdecker der Spermatozoen muß der spätere Arzt und Bürgermeister von Arnheim Johann Ham betrachtet werden (Schrader, Schönfeld). Wohl hat sich Leeuwenhoek schon drei Jahre vor ihm mit mikroskopischen Untersuchungen des männlichen Samens beschäftigt, ohne jedoch die Spermatozoen zu sehen, bzw. als solche zu erkennen. Erst Ham (vergl. hierzu Leeuwenhoeks Brief an die Royal Society in London und bei Halbertsma) war es dann beschieden, bei der Untersuchung eines Spermas diese neuartigen Lebewesen als erster beobachtet zu haben.

Die einzige sichtbare Lebensäußerung der Samenfäden ist deren Bewegung. Früher wurde die Bewegung der Spermatozoen für die Beurteilung ihrer Vitalität und Befruchtungsfähigkeit oft überwertet. Die Arbeiten von Hammond, Knaus, Moench, Williams u. a. haben jedoch darauf hingewiesen, daß auch bewegliche Samenfäden befruchtungsunfähig sein können, denn die Befruchtungsfähigkeit kann vor der Beweglichkeit erlöschen. Andererseits können sich Spermatozoen in einem vorübergehenden Ruhezustand befinden – also bewegungslos sein –, ohne deshalb ihre Bewegungsfähigkeit eingebüßt zu haben. Zur Beurteilung des Verhaltens der Samenfäden ist ihre Beweglichkeit trotzdem von großer Bedeutung, da diese, wie schon gesagt, die einzige sichtbare Lebensäußerung darstellt und außerdem mangelhafte Bewegung oder völlige Bewegungslosigkeit durchaus Fertilitätsstörungen bedingen können.

Die Spermatozoen unterliegen je nach ihrem Aufenthaltsort verschiedenen Bedingungen, die naturgemäß nicht ohne Auswirkungen auf ihre Lebensdauer sind. In den Samenkanälchen des Hodens produziert, zur endgültigen Form des Spermatozoon entwickelt und im Nebenhoden aufgespeichert, sollten die Samenfäden in diesen Teilen des männlichen Genitalapparates die günstigsten Umweltbedingungen erwarten. Befinden sich die Spermatozoen post ejaculationem jedoch in vitro bzw. im weiblichen Genitalapparat, so können diese Milieuänderungen nicht ohne Einfluß auf die Lebensäußerungen und Vitalität der Samenfäden bleiben.

II. Lebensdauer der Spermatozoen in den verschiedenen Teilen des männlichen und weiblichen Genitaltraktes.

1. Hoden.

Es liegen nur wenige Angaben und Beobachtungen über die Lebensäußerungen der menschlichen Spermatozoen im Hoden vor. Es wird fast nur von Seiten der Chirurgen und Dermatologen darüber berichtet, die zur Prüfung der Zeugungsfähigkeit des Mannes Hodenpunktionen vornahmen. Der Hoden wird in solchen Fällen als funktionstüchtig angesehen, wenn im Punktat bewegliche oder unbewegliche Samenfäden vorgefunden wurden. (Belonoschkin).

Punktionssperma wurde von einigen Autoren bei Versuchen künstlicher Befruchtung angewendet (Marshall, G. K. F. Schultze). Die Spermatozoen in diesen Punktaten waren fast immer unbeweglich. Auch Iwanoff berichtete, daß die Samenfäden bereits im Hoden ihre Bewegungs- und Befruchtungsenergie besitzen. Durch Bewegungshemmung werden diese bis zum Zeitpunkt der Befruchtung konserviert. Belonoschkin gab die höchste Bewegungsdauer der Hodenspermatozoen mit drei Stunden an. Nach neueren Untersuchungen von

Doepfmer zeigten Hodenspermatozoen unter günstigsten Bedingungen eine Bewegungszeit von 56 Stunden. Iwanoff beobachtete, daß die Temperatur die Hodenspermatozoen beeinflußt. Er fand länger lebende Samenfäden in Hoden, die in kalten Temperaturbereichen aufbewahrt wurden, als in solchen, die der Zimmer- oder Brutschranktemperatur ausgesetzt waren.

Knaus untersuchte im Tierversuch den Einfluß der Körpertemperatur (37°) auf die Spermatozoen im Hoden (und Nebenhoden) des Kaninchens. Er verlagerte den intakten Hoden und Nebenhoden in die Bauchhöhle. Dabei blieben die Samenfäden maximal sieben Tage befruchtungsfähig und 14 Tage bewegungsfähig.

Stigler untersuchte die Wärmewiderstandsfähigkeit der Hodenspermatozoen beim Tier. Es erwiesen sich die Hodenspermatozoen als weniger widerstandsfähig als die Samenfäden des Nebenhodens. Bei künstlich gesteigerter Körpertemperatur in Fieberhöhe (40°) waren nach 14 Tagen alle Hodenspermatozoen bewegungslos und auch Zusatz von Verdünnungsflüssigkeit konnte keine erneute Bewegung hervorrufen. Über gleichlautende Ergebnisse berichtete Hotchkiss.

2. Nebenhoden.

Nach Verlassen des Hodens müssen die Samenfäden den Nebenhoden passieren. In diesem selbständigen Organ verweilen sie, denn dem Nebenhoden kommt eine bestimmte Funktion im Prozeß der Spermatozoenreifung zu. Hier erhalten die Samenfäden ihre funktionelle Vollwertigkeit und werden aufgespeichert.

Über die Lebensdauer der Spermatozoen aus dem menschlichen Nebenhoden liegen nur Beobachtungen von Belonoschkin vor. Nach Belonoschkin besteht ein Unterschied in der Lebensdauer der Samenfäden aus dem Nebenhodenkopf und dem Nebenhodenschweif. In seinen Versuchen bewegten sich die Kopfspermatozoen bis zu 13 Stunden, während sich die des Schweifes bis zu 30 Stunden bewegten.

Über die Verhältnisse bei Tieren liegen mehrere Untersuchungsergebnisse vor. So prüfte Moore die Bewegung der Samenfäden am isolierten Nebenhoden des Meerschweinchens und der Ratte und fand als Bewegungsdauer 70 Tage bzw. 30 Tage. Redenz machte Versuche mit Kaninchen, denen er beide Hoden entfernte, den Nebenhodenschweif jedoch beließ. Diese Tiere kontrollierte er auf dem Wege des natürlichen Deckaktes auf ihre Fruchtbarkeit. Eines dieser Kaninchen befruchtete noch nach zwei Monaten ein Weibchen, das nach normler Tragdauer zwölf Junge zur Welt brachte. Der gleiche Autor fand beim Hund, dem beide Nebenhodenschweife durch Wegnahme der Nebenhodenköpfe isoliert wurden, noch nach drei Monaten spärlich bewegliche Spermatozoen. Hammond und Asdell beschrieben Versuche beim Kaninchen, denen sie den isthmus epididymidis – den Verbindungsweg zwischen Nebenhodenschweif und Nebenhodenkopf – durchtrennten. Sie beobachteten, daß nach 40 Tagen alle Tiere unfruchtbar waren, jedoch in einzelnen Fällen die Spermatozoen noch bis zum 60. Tag Bewegung aufwiesen. Im ausgeschnittenen Nebenhoden des Kaninchens fand Belonoschkin dagegen eine Bewegungsdauer der Samenfäden von nur 11 Tagen. Beim Meerschweinchen prüfte Young die Lebensdauer der Spermatozoen und beobachtete eine Befruchtungsfähigkeit im Nebenhoden von 25 bis 30 Tagen und eine Bewegungszeit von 50 bis 59 Tagen. White gab für die Ratte 21 bzw. 42 Tage für Befruchtungsfähigkeit und Bewegung an. Nach Benoit waren im Nebenhodenschweif der Maus die Samenfäden zwei Monate beweglich.

Das Interesse verschiedener Autoren richtete sich auch auf das Verhalten der Spermatozoen aus dem experimentell kryptorchiden, isolierten Nebenhoden, also auf die Frage, wie die Samenfäden bei Körpertemperatur im Nebenhoden reagieren.

Als erster machte Lawrence Versuche mit Meerschweinchen. Er gewann die Spermatozoen aus dem experimentell kryptorchiden Nebenhodenschweif und fand zehn Tage nach der Verlagerung des Organs in die Bauchhöhle keine Bewegung der Samenfäden mehr. Moore, Heller und Yochem prüften diese Ergebnisse und gaben als Zeitraum der Beweglichkeit 14 Tage an. Vergleichende Versuche an Ratten ergaben eine Motilität von nur fünf Tagen. Nach Knaus war die Befruchtungsfähigkeit bei Kaninchen nach 48 Stunden noch unvermindert; sie nahm jedoch danach ab und war an dem fünften Tage nicht mehr feststellbar. Dagegen ließ sich die Bewegung der Spermatozoen im kryptorchiden Nebenhodenschweif bis zum zwölften Tage beobachten.

Nach Stigler zeigten sich die Nebenhodenkopfspermatozoen wärmeresistenter als die des Nebenhodenschweifs. Seine Versuche bei künstlich erregten Fiebertemperaturen (40°) zeigten bei Meerschweinchen und Ratten einen Verlust der Motilität nach 14 Tagen. Die Bewegung kehrte jedoch nach Zusatz von Spermaverdünnungsflüssigkeit in geringem Umfange zurück.

Niedere Temperaturen wirken in positivem Sinne auf die Nebenhodenspermatozoen ein. Dies zeigten Versuche von Redenz, Iwanoff und Belonoschkin. Redenz beobachtete, daß im heißen Sommer die Samenfäden, die im Nebenhodenschweif belassen wurden, schon viel kürzere Zeit nach dem Tode des Tieres nicht mehr beweglich sind als im Winter. Iwanoff führte bei Ratten und Kaninchen erfolgreiche künstliche Besamung mit Spermatozoen durch, die acht Tage im Nebenhoden bei 1°–3° C aufbewahrt wurden. Versuche Belonoschkins bestätigen diese konservierende Wirkung niedriger Temperaturen. Er konnte Spermatozoen aus dem Nebenhoden bis zu zwölf Tagen ohne irgendwelche Zusätze bei 1°–3° C am Leben halten.

3. Samenblasen, Ampullen der Samenleiter und Vas deferens.

Die Beobachtungen über die Lebensdauer von Spermatozoen in diesen Teilen des männlichen Genitalapparates wurden sämtliche bei vasektomierten bzw. kastrierten Patienten gemacht.

Simmonds fand bei einem Greis von 73 Jahren 14 Tage nach beiderseitiger Kastration lebende Spermatozoen in den Samenblasen. Fraenkel und Oehlecker konnten viele Monate nach Selbstkastration, die ein junger Mann im Erregungszustand ausgeführt hatte, bei der Sektion noch Samenfäden in den Samenblasen feststellen. Schmalfuß und Fahr beobachteten ähnliches ein Jahr nach erfolgtem Hodenverlust. Nach Stiasny wurden bei Eunuchen im Ejakulat noch längere Zeit bewegliche Spermatozoen vorgefunden und es sollen auch durch kastrierte Personen noch Befruchtungen vorgekommen sein. Hotchkiss (1944) beobachtete 14 bis 21 Tage nach bilateraler Vasektomie bewegliche Samenfäden im Ejakulat. Einmal dauerte es sogar 45 Tage bis das Ejakulat frei von Spermatozoen war.

Knaus berichtete über seine Untersuchungen und Beobachtungen, die an 32 Kaninchen durchgeführt wurden. Bei diesen Tieren wurden die Samenleiter knapp über den Ampullen abgebunden. Nach dieser Vasoligatur erwiesen sich in den ersten 14 Tagen nur mehr fünf Tiere als fruchtbar. Bei der Mehrzahl der Tiere erlosch die Befruchtungsfähigkeit bereits am dritten Tage. Hieraus läßt sich ableiten, daß sich in die Samenblasen eingewanderte Spermatozoen ungefähr 48 Stunden befruchtungsfähig halten.

In einer anderen Versuchsreihe wurde der Samenleiter an seinem Abgang von der Cauda epididymidis unterbunden und durchtrennt. Hierbei zeigten sich alle Tiere erst nach dem fünften Tage als steril. Die Verlängerung der Zeugungsfähigkeit der so operierten Tiere erklärte Knaus mit der Beteiligung des Samens aus dem gesamten Verlaufe, also auch aus dem im Scrotum noch unterkühlten Anteil des Vas deferns am Ejakulat.

4. Ejakulat.

Die Lebensdauer der menschlichen Spermatozoen im Ejakulat ist, abgesehen von der chemischen Zusammensetzung der Umgebung, vorwiegend von der Umwelttemperatur abhängig. Dies ist das Resultat vieler Untersuchungen und Versuche. Die Spermatozoen finden bei ihrem Aufenthalt außerhalb des Körpers begreiflicherweise andere Bedingungen vor als in den menschlichen Organen. Aber gerade diese Tatsache hat in den verschiedensten Versuchen zu wichtigen Anhaltspunkten und Ergebnissen geführt, welche die optimalen Lebensbedingungen der Samenfäden im Ejakulat aufzeigen.

Schon Leeuwenhoek beobachtete 1677 eine Lebensdauer der Ejakulatspermatozoen bei Zimmertemperatur von 24 Stunden. Hammen fand in seinen Versuchen eine Lebensdauer von 24 bis maximal 204 Stunden, Macias de Torres berichtete von einer höchsten Lebensdauer von 96 Stunden, Nürnberger und auch Guggenberger fanden Spermatozoen bei Zimmertemperatur länger am Leben als im Brutofen. Mettenleiter stellte bei allen kalt aufbewahrten Spermasuspensionen eine bedeutend längere Lebensdauer fest als bei den bei Zimmer- und Körpertemperatur aufbewahrten. Zu dem gleichen Ergebnis kam auch Moench. Er stellte bei Körpertemperatur die kürzeste Lebenszeit fest. Bei 27° C blieben die Spermatozoen nicht länger als 18 Stunden, bei Zimmertemperatur etwa 36 Stunden und bei 10° C ungefähr 4–5 Tage leben. Bei Körpertemperatur starben die Samenfäden spätestens nach 48 Stunden ab. Walton, Hammond und Asdell, Amantea u. a. bestätigten durch ihre Versuche als optimale Temperatur für die Lebensdauer der Spermatozoen im Ejakulat 10° C. Nach Easly hängt die günstigste Aufbewahrungstemperatur von Schock- und Akklimatisationsfähigkeit der Samenfäden ab und schwankt zwischen 1° und 10° C.

Roemmele empfahl als Konservierungstemperatur von Ejakulatspermatozoen den Bereich von 4°–9° C. Bei Lotze und Schultz erwies sich in vergleichenden Versuchen die Temperaturzone von 27°–30° C als die, welche den Samenfäden die besten Lebensbedingungen gewährleistet. Segre und Valle halten 25° C für die optimale Temperatur und Bederke gibt 18°-20° C an. Belding fand als günstigste Temperatur, bei der die Motilität der Ejakulatspermatozoen zu erhalten ist, 8°–20°C. Bei Kühlschranktemperatur gelang es ihm, Samenfäden in Bakerlösung 626 Stunden beweglich zu erhalten, bei einem Durchschnitt von 153 Stunden. Zimmertemperatur hielt die Spermatozoen 24 Stunden und länger am Leben. Weismann gelangte zu dem gleichen Ergebnis. Lane-Roberts, Wiesner und Barton fanden die Ejakulatspermatozoen bei 4° C noch nach 144 Stunden in Bewegung, bei 37° C hörte diese nach 24 Stunden auf. Sie beobachteten in manchen Ejakulaten schon nach acht Stunden keine beweglichen Samenfäden mehr. Größte Bewegungsintensität erhielten sie bei 35°–41° C während Temperaturen unter 35° C ein ständiges Nachlassen der Bewegungsqualität verursachten. Joel gab die mittlere Lebensdauer der Spermatozoen bei Zimmertemperatur mit 85 Stunden an. Er beobachtete allerdings auch einmal eine Lebensdauer von 700 Stunden. In weiteren Versuchen zeigte sich (Joel und Tschumi), daß bei Zimmertemperatur von 18°–23°C im Nativpräparat die Spermatozoen eine Bewegungsdauer bis zu 220 Stunden aufwiesen. In den Versuchen von Belonoschkin blieben die Samenfäden bei 37° C Körpertemperatur 15–18 Stunden und bei 20°C etwa 40 Stunden am Leben; in einigen Untersuchungen sogar bis zu 72 Stunden.

Niedere Temperaturen wirken günstig auf die Samenfäden. Bei solchen Temperaturen konnten Spermatozoen über einige Tage am Leben erhalten werden. Kälte hebt die Bewegung der Samenfäden auf, beobachtete v. Ebner, und Erwärmung bringt sie, wenn die Temperaturen nicht zu niedrig waren, wieder in Bewegung. Auch Belonoschkin fand eine scheinbar lebensverlängernde Wir-

kung der niederen Temperaturen. Farris führte Testversuche mit Ejakulatspermatozoen von 0° bis 70° C durch. Normalerweise gewannen nach diesen Versuchen nur ein Teil dieser Samenfäden ihre Beweglichkeit zurück. Er fand ebenso wie andere Autoren, daß niedere Temperaturen die Lebensdauer der Spermatozoen auf einige Tage verlängert. Sie führen die scheinbar lebensverlängernde Wirkung darauf zurück, daß während dieser Temperatureinwirkung die Bewegung der Samenfäden aufgehoben und dadurch der Stoffwechsel und Energieverbrauch eingeschränkt wird. In interessanten Versuchen zeigte Jahnel, daß nach Einwirken einer Temperatur von — 269,5° C die Samenfäden noch drei Stunden beweglich blieben. In gleicher Weise berichtete Shettles über bewegliche Samenfäden nach Einwirken von extrem tiefer Kälte.

Temperaturen über 37°C Körpertemperatur wirken ungünstig auf die Spermatozoen. Joel fand die Aktivität der Samenfäden anfangs stark erhöht. Nach 5–10 Stunden trat jedoch eine Abnahme der Bewegungsintensität ein und nach 24 Stunden waren die Spermatozoen unbeweglich. Belding, Moench und Weismann gaben übereinstimmend für diese Temperatur eine Bewegungsdauer von 13–18 Stunden an. Weismann fand bei 41°C eine Bewegungszeit von nur vier Stunden, während sich die Samenfäden bei 45°C 1–2 Stunden und bei 55°C nur 15–30 Minuten bewegten. Nach Stigler führten Temperaturen von 40°C schon nach wenigen Stunden zu Wärmestarre menschlicher Spermatozoen. Dieser Wärmestarre ging immer ein Stadium der Bewegungslosigkeit (Wärmelähmung) voraus, das nach entsprechend langer Abkühlung auf Zimmertemperatur wieder verschwand. Die oberste Grenze, bei der das Leben menschlicher Ejakulatspermatozoen wenigstens noch einige Zeit bestehen bleiben kann, ist nach Nagel 43°-44° C. Als Ergebnis seiner Beobachtungen teilte Mantegazza mit, daß das menschliche Spermatozoon in dem Temperaturbereich von — 15° bis + 44° C lebensfähig bleibt.

Die Temperatur spielt, wie die obigen Ausführungen zeigen, eine wichtige Rolle bei der Beantwortung der Frage nach der Lebensdauer der Ejakulatspermatozoen. Daß diese aber nicht allein ausschlaggebend ist, zeigen Veröffentlichungen verschiedener Forscher. So beobachtete Mantegazza, daß sich Samenfäden des von einem 30jährigen Manne eine halbe Stunde nach der ersten Kohabitation gelieferten zweiten Ejakulats mit viel weniger Energie bewegten als die des ersten. Auch Stigler fand bei seinen Versuchen über Wärmelähmung und Wärmestarre, daß diese bei Spermatozoen aus dem zweiten Ejakulat früher auftraten als bei denen des ersten. Er brachte den Unterschied mit dem verschieden langen Aufenthalt im Nebenhoden im Zusammenhang. Iwanoff wies ebenfalls auf den Unterschied in Qualität und Quantität des Spermas je nach der Häufigkeit der Entleerung hin. Hotchkiss beobachtete eine Beeinflussung der Samenfäden bei Zunahme der Viskosität des Ejukalats: Im dicken Ejakulat werden die Samenfäden in ihrer Vorwärtsbewegung behindert. Sie bewegen sich nur mit Mühe durch das dicke Medium und verbrauchen ihre Energievorräte dadurch schneller. Die Folge ist eine verkürzte Lebensdauer.

Durch Zusätze bestimmter Lösungen wollte man versuchen, die Lebensdauer der Spermatozoen zu verlängern. Als „Nährlösungen "und „Energiespender" kamen die verschiedensten Gemische zur Verwendung. Organextrakte und Seren wurden in ihrer Wirkung auf die Beweglichkeit und Lebensdauer der Samenfäden verschiedentlich versucht. Uramato fand eine günstige Wirkung von Leber-, Nieren- und Hodenextrakt auf die Lebensdauer der Spermatozoen. Eine schädliche Wirkung übten dagegen Magen- und Muskelextrakte aus. Lotze und Schultze beobachteten die Lebensdauer der Spermatozoen im Blutserum schwangerer und normaler Frauen. Im Serum normaler Frauen fanden sie eine Lebensdauer von 87,5 Stunden, in dem Schwangerer eine um die Hälfte kürzere Zeit. Granzow prüfte die Wirkung einer in Ringerlösung aufgeschwemmten Nebenhodensubstanz auf Meerschweinchen- und Menschensperma. Die Anwesen-

heit dieser Nebenhodensuspension verstärkte und verlängerte die Dauer der Spontanbewegung in vitro in hohem Maße. Die Entfernung der Nebenhodensubstanz schwächte die Intensität der Motilität ab und verkürzte die Dauer der Bewegung stark. Nach Mettenleiter wirken gewisse Stoffe auf die Samenfäden bewegungserhaltend; er führte hier Ringerlösung, Blutserum (besonders artgleiches), Hühnereiweiß und Hühnereidotter an. Diese verlängerten die Lebensdauer der Spermatozoen außerhalb des Körpers über die gewöhnliche Zeit hinaus. Yamane und Kato beobachteten eine 10 bis 20 mal längere Bewegungsdauer von Pferdespermatozoen in isotoner, mit Phosphaten gepufferter Dextroselösung als im Nativpräparat. Moench und Redenz erhielten ebenso eine verlängerte Bewegungszeit in Glukoselösung. Williams meinte, daß der Stoffwechsel, von dem die Bewegung der Samenfäden abhängig ist, entweder durch Speicherenergie oder durch Energieaufnahme aus dem umgebenden Milieu betrieben wird.

Im Gegensatz zu den oben genannten Autoren fand Belonoschkin bei Spermatozoen mit und ohne Glukosezusatz gleich lange Bewegungsdauer. Er kam zu dem Ergebnis: Künstliche Gemische sind keine Energielieferanten für die Spermatozoen. „Jedem Spermium kommt nur eine bestimmte Energiemenge zu, die durch äußere Einflüsse nicht vergrößert werden kann". Joel konnte sich dieser Meinung nicht anschließen, da sich aus den Ergebnissen seiner Vergleichsversuche völlig andere Tatsachen ergaben. Die Bewegung der Samenfäden in Ringerlösung hielt 137 Stunden an, diejenige in Bakerlösung aber durchschnittlich 230 Stunden. Die Maximalwerte (Backer- 700 Stunden, Ringer- 252 Stunden) divergierten noch mehr. Außerdem konnte Joel beobachten, wie die Beweglichkeit der Spermatozoen nach 600 Stunden durch Zugabe von frischer Bakerlösung schlagartig verbessert wurde. Die Meinung Joels wird durch die Versuche von Ibara (1947) und Girola und Pagani (1950) bestätigt. Sie konnten durch Zusatz von Glukose zu einer salinen Ringer- Bikarbonatslösung eine auffallend lebhafte Bewegung der Samenfäden neben einer von 120 bis 170 Stunden anhaltenden Bewegungsdauer beobachten.

Auch der Grad derVerdünnung hat auf die Bewegungsdauer einen Einfluß. Hirokawa stellte bei stärkerer Verdünnung eine herabgesetzte Motilitätsdauer fest. Er fand bei Rattenspermatozoen bei einfacher Verdünnung eine Lebensdauer von 4 Stunden, die bei 100facher Verdünnung auf 20 Minuten zurückging. Nach Redenz schädigte eine fortschreitende isotonische Verdünnung die Samenfäden und lähmte sie schließlich, und nach Granzow war die Dauer der Spontanbewegung umgekehrt proportional dem Grade der isotonischen Spermasuspension. Joel berichtete von einer günstigen Wirkung einer 3-10 fachen Verdünnung auf die Motilität der Samenfäden, wenn isotonische Flüssigkeiten verwendet wurden. Kugota fand schließlich bei einer Verdünnung von 1:500 ein völliges und irreparables Erloschensein der Eigenbewegung der Spermatozoen. Mettenleiter bezeichnete schon früher das Verdünnungsverhältnis 1:10 als das optimale. Nach Belonoschkin wirkte schon eine 15fache Verdünnung nachteilig, indem sie die Bewegungszeit beträchtlich verkürzte.

Über die Wirkung der H-Ionen und ihrer Antagonisten wissen wir, daß die Alkalität auf die Bewegungs- und Lebensfähigkeit begünstigend, ja sogar auslösend wirkt und die Lebensintensität erhöht, die Lebenszeit dadurch jedoch verkürzt. Die Azidität verlangsamt schon bei einem pH von 6,8 die Bewegung oder hemmt die Bewegung und führt dadurch zur Lebenderhaltung (Belonoschkin). Das pH in den Drüsensekreten und im Ejakulat wird bedingt sowohl durch dissoziierte Salze, Karbonate, Phosphate, als auch durch amphotere Produkte. Eiweiß spielt einmal eine amphotere, dann auch eine kolloidale Rolle. Im physiologischen Ablauf der Befruchtungsvorgänge haben wir es durchweg mit kolloidalen Eiweißlösungen zu tun.

Vergleichende Untersuchungen über das Verhalten tierischer Ejakulatspermatozoen außerhalb der Tierorgane führten Hammond und Walton am Kanin-

chen durch. Unter ganz bestimmten Bedingungen war es möglich, frisches, aus der Vagina eines Kaninchens entnommenes Ejakulat bis zu 4 Tagen in vitro zu erhalten. Ausschlaggebend für diese Zeitdauer war die Temperatur. Während bei Körpertemperatur die Samenfäden nur 13–14 Stunden befruchtungsfähig blieben, wurde durch Konservierung bei 10°–15°C die Befruchtungsfähigkeit auf eine Zeitdauer von 4 Tagen ausgedehnt. Selbst bei 0°C waren die Erfolge in der Erhaltung befruchtungsfähiger Spermatozoen größer (16–17 Stunden) als bei Körpertemperatur. Tierversuche führte auch Belonoschkin aus. Er beobachtete, daß die Lebensdauer der Ejakulatspermatozoen schon bei Tieren gleicher Spezies sehr verschieden ist. Er gab sie im Durchschnitt mit 6–24 Stunden an.

5. Vagina.

Beim Zeugungsvorgang kommt das Ejakulat nicht in Berührung mit der Außenwelt. Es gelangt sofort in das weibliche Genitale. Hier in der Vagina werden die Samenfäden in Bewegung versetzt und versuchen so schnell wie möglich zu ihrem Bestimmungsort zu gelangen.

Die Angaben über die Lebensdauer der Spermatozoen in der menschlichen Vagina waren vor der Jahrhundertwende sehr verschieden. Nach Percy sollen sie 8½ Tage, nach Haußmann 7½ Tage und nach Bossi sogar 12 bis 17 Tage in der Scheide leben können. Der amerikanische Arzt M. Sims dagegen teilte mit, daß längstens 12 Stunden post coitum alle Spermatozoen in der Vagina tot seien.

Die neueren Untersuchungen über die Lebensdauer von Samenfäden in der Vagina ergaben viel kürzere Zeiten. Huhner, Meaker, Seguy und Vimeux berichteten, daß unter physiologischen Bedingungen 6 Minuten post cohabitationem keine beweglichen Spermatozoen in der Scheide mehr nachgewiesen werden können. Segre und Valle fanden bei mit Vaginalschleim durchmischten Ejakulatspermatozoen nur sehr kurze Zeit Bewegung (unter 2 Stunden). Nach Torres hielten sich die Samenfäden in der Scheide etwa 3 Stunden beweglich. Auch Weismann gab eine Zeitdauer von 3 Stunden an. Höhne und Behne untersuchten die Wirkung des stark sauren Vaginalsekrets einer Gravida auf die Samenfäden. Sie beobachteten, daß diese samt und sonders im Verlaufe einer Stunde vernichtet wurden. Im Vaginalsekret einer Nichtgravida fanden sie nach einer Stunde noch reichlich bewegliche Spermatozoen, die jedoch nach 4 Stunden alle abgestorben waren. Nach Bourne und Williams erlosch die Lebensfähigkeit innerhalb einer Stunde. Die Untersuchungen von Belonoschkin, Farris und Joel aus jüngster Zeit gaben ebenfalls sehr kurze Lebenszeiten an. Belonoschkin führte Spermatozoen künstlich in die Vagina ein und fand sie zwei Stunden danach nicht mehr am Leben. Die gleichen Samenfäden in vitro lebten bei 37°C etwa 12 Stunden. Kurz nach der Kohabitation wurde noch gute Motilität beobachtet; nach 50 Minuten war sie jedoch erloschen. Wurden die Spermatozoen kurz nach dem Koitus aus der Vagina entnommen, so blieben sie bei 20°C bis zu 19 Stunden beweglich. Farris gab als Lebensdauer weniger als zwei Stunden an. In den Untersuchungen von Joel betrug die höchste Lebensdauer der Samenfäden in der menschlichen Vagina nach dem Koitus 55 Minuten. Nach 65 Minuten waren die Samenfäden aus der Vagina bereits leblos. Die fünf Minuten nach dem Verkehr entnommenen Spermatozoen blieben bei 15° C etwa 16 Stunden bewegungsfähig.

6. Cervix.

Auf dem Wege von der Vagina in das Corpus uteri muß das Spermium die Cervix passieren. Das hier sich bietende Milieu erweist sich als viel günstiger als das der Scheide.

Schon 1866 berichtete M. I. Sims über Untersuchungen, bei denen er 36 bis 40 Stunden post coitum noch lebende Spermatozoen im Cervixschleim vorfand. Der

Smith-Sims-Huhner-Test, der zur Beurteilung der Zeugungsfähigkeit herangezogen wurde, verlangte in der Cervixprobe nach 36 bis 40 Stunden noch lebende Samenfäden, um das Urteil „befruchtungsfähig" aussprechen zu können. Das Cervicalsekret übt auf die Spermatozoen eine günstige Wirkung aus. Dies fanden Seeligmann, Löw, Cary, Seymour und Bourne und Williams in vergleichenden Untersuchungen über die Wirkung von Vaginalsekret und Cervicalsekret auf Spermatozoen. Sie kamen übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß Samenfäden im Cervicalsekret mehrere Tage lebensfähig seien, während sie im Vaginalsekret sehr schnell absterben. Seymour wies bei einem künstlichen Befruchtungsversuch, den er bei fünf Frauen mit dem gleichen Samenspender durchführte, noch 110 Stunden nach dem Eingriff bewegliche Spermatozoen in der Cervixprobe nach. Hori, Kanamota und Utiho fanden bei 2500 Untersuchungen in 20 Prozent der Fälle nach drei Tagen noch lebende Samenfäden in der Cervix. Cary, Barton und Wiesner berichteten über maximal 96 Stunden, Abarbanal gab 24 bis 72 Stunden an, Farris und Davis 43 Stunden, und Stein und Cohen kamen auf Zeiten von 24 bis 72 Stunden bezw. 54 Stunden. Belonoschkin und Joel fanden nach 48 Stunden keine lebenden Spermatozoen im Cerevicalschleim mehr und gaben als Lebenszeit 40 bis 42 Stunden an. In der gleichen Größenordnung bewegen sich Untersuchungsergebnisse die Quinlau bei Tieren beobachtete.

7. Uterus.

Der Uterus muß die in der Vagina deponierten Spermatozoen in sich aufnehmen und zur Konzeption aufbewahren und weiterleiten. Er hat als Hauptaufgabe die Beherbergung der Frucht zu erfüllen.

Untersuchungen über die Lebensdauer von Spermatozoen im menschlichen Uterus liegen nur von wenigen Autoren vor. Belonoschkin fand künstlich in den Uterus eingebrachte Samenfäden nach 22 Stunden tot vor. Auch nach der Kohabitation waren die Spermatozoen nach über 20 Stunden abgestorben. Die Ergebnisse von Joel sind gleichlautend. Er gab als maximale Lebensdauer 25 Stunden an. Aus Untersuchungen von Knaus geht hervor, daß die Samenfäden im Uterus nicht länger als 30 Stunden befruchtungsfähig blieben. Moench berichtete über eine Lebensdauer von 24 Stunden. Cary gab 20 Stunden und Farris 12 bis 24 Stunden an. Rubinstein und Mitarbeiter fanden jedoch mit 50 Stunden eine doppelt so lange Zeitdauer. Desgleichen Stiasny, der maximal drei Tage annahm. Sakuma vermischte die Samenfäden mit normalem Uterussekret und beobachtete hierbei eine Lebensdauer von 10 bis 11 Stunden.

Die Beobachtungen über die Lebensdauer der Samenfäden im tierischen Uterus sind reichhaltiger. Hammond und Asdell fanden eine maximal 30 stündige Befruchtungsfähigkeit, und Höhne und Behne eine 48 stündige Beweglichkeit beim Kaninchen. In Übereinstimmung hiermit stehen die Mitteilungen über die Dauer der Bewegungsfähigkeit der Spermatozoen im Uterus bei anderen Säugern. Yochem stellte für die Ratte 12 bis 16 Stunden fest und für das Meerschweinchen 41 Stunden. Für die Maus gaben Sobotta, Lewis und Wright diese mit 9 bis 10 Stunden an. Sonderwall bestimmte die Befruchtungsfähigkeit in der Maus mit sechs Stunden, im Meerschweinchen mit 22 Stunden. Bei der Ratte blieben künstlich eingeführte Spermatozoen nicht länger als 14 Stunden im Uterus befruchtungsfähig (Sonderwall und Blandau). Nach Yochem waren die Samenfäden im Uterus des Meerschweinchens etwa 48 Stunden beweglich. White wies 12 Stunden nach dem Deckakt im Uterus der Ratte noch bewegliche Samenfäden nach. Merton fand in der weißen Ratte 6½ Stunden nach der Kopulation nur noch 40 Prozent der Spermatozoen beweglich und nach 9 bis 10 Stunden waren keine mehr nachweisbar. Die jedoch 3 Stunden nach der Kopulation entfernten Samenfäden blieben 24 bis 31 Stunden beweglich. Bei der

Ratte war bei künstlicher Insemination der Samen etwa 14 Stunden befruchtungsfähig, beim Hund waren die Spermatozoen nach drei Tagen tot (Whitney). Lanz gab die Befruchtungsfähigkeit der Samenfäden in der Kuh mit 28 bis 30 Stunden an und Kelly und Lopyrin im Schaf mit 34 bis 40 Stunden. Day berichtete, daß die Pferdespermatozoen sich durch eine relativ lange Lebensdauer auszeichnen. Wurde die Befruchtung der Stute 4 bis 6 Tage vor der Ovulation vorgenommen, so führte sie zur Konzeption, nicht dagegen, wenn sie 7 Tage vorher vorgenommen wurde.

Folk fand in der Fledermaus eine Lebensdauer der Samenfäden von 90 Tagen, und Wimsatt bei der gleichen Art sogar bis zu 150 Tagen. Nach Adam blieben bei der Bienen- und Ameisenkönigin die Spermatozoen bis zu 5 Jahren befruchtungsfähig. Die Henne legt 15 bis 20 Tage nach Entfernung des Hahns befruchtungsfähige Eier. (F. A. E. Crew). Diese Angaben weisen auf eine sehr lange Lebensdauer der Spermatozoen im Genitalkanal der betreffenden Tiere hin (Fledermaus, Bienen- und Ameisenkönigin), während sonst die Angaben kaum von denen abweichen, die für menschliche Verhältnisse angegeben sind.

8. Tuben.

Aus dem Uterus gelangen die Spermatozoen in die Tuben und befruchten dort das Ei.

Ohlin untersuchte in vitro, welchen Einfluß das Tubenepithel sowie das Tubensekret auf die Lebensdauer der Spermatozoen ausübt. Eine Verlängerung der Lebensdauer konnte er nicht feststellen. Birch-Hirschfeld fanden bei einer Prostituierten, die in cohabitatione erstickte, 14 bis 16 Stunden post mortem lebende Samenfäden in den Eileitern. Sie kamen zu der Ansicht, daß die Spermatozoen nicht länger als 3 Tage funktionstüchtig bleiben. Der gleichen Meinung sind Belonoschkin und Stiasny. Belonoschkin konnte gesunde Tuben lange Zeit nach der Kohabitation ($2^1/_2$, 3 und $6^1/_2$ Tage) auf Vorhandensein von Samenfäden untersuchen. Diese Untersuchungen fielen stets negativ aus. Hoehne fand nur einmal 20 Stunden post coitum ein totes Spermium in Gegend des infundibulum tubae vor. Während diese Beobachtungen und Ansichten übereinstimmen und nur auf eine kurze Lebensdauer (maximal 2 Tage) der Spermatozoen in den Tuben hinweisen, berichtete Dührssen von Beobachtungen, bei denen er in den beiden durch Laporotomie gewonnenen Tuben angeblich $3^1/_2$ Wochen nach der letzten Kohabitation Samenfäden in lebhafter Bewegung gefunden hatte. Auch Nürnberger fand eine längere Lebensdauer, als von den anderen Autoren angenommen wurde. Die längste Zeit war eine Lebensdauer von 14 bis 15 Tagen nach der letzten Kohabitation. Weitere Versuche Nürnbergers zeigten zwischen dem 13. und 6. Tag nach der letzten Kohabitation in den Tuben wohl gut erhaltene, aber unbewegliche Spermatozoen.

Es lagen auch einige Ergebnisse von Tieruntersuchungen vor. Quinlau fand beim Schaf 6 Stunden nach dem Deckakt lebende Samenfäden in den äußersten Teilen der Tuben. Schott und Phillips konnten bei Schafen 20 Minuten nach dem Deckakt Spermatozoen in den oberen Teilen des Eileiters feststellen. Bischoff beobachtete lebende Samenfäden bis 41 Stunden nach der Kopulation in den Uterushörnern und dem Ovidukt der Meerschweinchen, und bei der Ratte blieben die Spermatozoen 17 Stunden am Leben. Nach Merton waren in den Tuben weißer Mäuse 2 bis 3 Stunden nach der künstlichen Befruchtung lebende Spermatozoen. Er konnte eine Lebensdauer von 13 Stunden beobachten.

Trotz der beiden abweichenden Beobachtungen von Dührssen und Nürnberger läßt sich auf Grund der anderen, überwiegenden Mehrzahl der Ergebnisse – auch aus dem Tierversuch – annehmen, daß die Spermatozoen in den Tuben eine Lebensdauer von höchstens 48 Stunden aufweisen.

III. Überlebensdauer der menschlichen Spermatozoen post mortem.

Untersuchungen vieler Autoren konnten aufzeigen, daß die Lebensfähigkeit der Spermatozoen nach dem Tode stark wechselt. Sie können schon kurze Zeit nach dem Tode absterben, andererseits wurde aber auch ein langes Erhaltenbleiben ihrer Beweglichkeit beobachtet.

Schmidt konnte in den meisten Fällen 24 Stunden post mortem keine Bewegung der Spermatozoen mehr feststellen. Neben Beobachtungen von 24 bis 42 stündiger Bewegungsdauer von Samenfäden nach dem Eintreten des Todes teilte er auch einen positiven Spermatozoenbefund in der Samenflüssigkeit an der Harnröhrenöffnung einer Leiche 122 Stunden post mortem mit. Valentin fand in der Leiche eines 50jährigen Mannes noch nach 83 Stunden Samenfäden, die sich schwach bewegten. Nach Erwärmung auf 35° C wurde die Motilität lebhafter. Nach Hofmann–Haberda wurden bei plötzlich Verstorbenen nicht selten noch nach 24 bis 28 Stunden und manchmal noch später bewegliche Samenfäden gefunden. Lewin sah nach 36 Stunden, Räuber 55 Stunden und Jäger 45 Stunden post mortem bei Erhängten in der Harnröhre sich lebhaft bewegende Spermatozoen. Margo beobachtete 10½ Stunden post mortem in der Harnröhre eines 24jährigen erhängten Mannes lebende Spermatozoen. In dem nach 34 Stunden entnommenen Sperma zeigten die Samenfäden nur noch träge Bewegung. Hofmann berichtete über bewegliche Samenfäden, die nach 72 Stunden in der Harnröhre eines erschlagenen Mannes gefunden wurden. Bei Erhängten konnte er einmal nach 22 und einmal nach 24 Stunden lebende Spermatozoen beobachten. Maschke schrieb über ähnliche Beobachtungen. Er gab einmal eine Bewegungsdauer von über 40 Stunden an. Nach Lowsley fanden Robin und Cadiat bis 82 Stunden post mortem lebende Spermatozoen in den Bläschendrüsen. Keibel und Mall fanden angeblich in dem in toto in Pikrinsäuresublimat gelegten Hoden eines Hingerichteten noch am 3. Tag bewegliche Spermatozoen. G. Strassmann schrieb über Beobachtungen an seinem Wiener und Berliner Material. Die untersuchten Leichen waren stets älter als 2 Tage. Er fand wiederholt an der Harnröhrenöffnung Spermatozoen. Doch waren diese immer unbeweglich. Nach Belonoschkin konnte Lebensfähigkeit der Samenfäden im Hoden einer männlichen Leiche bis zu 4½ Stunden post mortem festgestellt werden. Anschließend konnten sich die Spermatozoen noch 3 Stunden in vitro weiterbewegen.

Die Beobachtungen zeigen, daß die Lebensdauer der Spermatozoen nach dem Tode verschieden ist. Am häufigsten liegen die Angaben in dem Zeitintervall von 24 bis 40 Stunden. Längere Lebenszeiten wurden nur in einzelnen Fällen gefunden. Auffallend ist, daß sich die Samenfäden so lange in einem solch empfindlichen Organ, wie es der Hoden ist, am Leben halten können, ohne Schaden zu leiden. Die Ursachen hierfür könnten verschieden sein: Die Keimdrüsen sind gegenüber den Vergiftungserscheinungen des Körpers gering empfindlich (Stammler). Die Verwesungsvorgänge des Körpers setzen am Hoden erst verhältnismäßig spät ein (Oberndorfer). Vielleicht liegt aber auch eine gewisse Unempfindlichkeit der Spermatozoen gegenüber allgemeinen Vergiftungen des Körpers vor. Wie schon andere Versuche zeigten, schaden niedere Temperaturen den Spermatozoen nicht. Im Gegenteil, sie wirken sogar im Sinne einer Konservierung auf diese ein. So könnte auch die Temperaturerniedrigung, die postmortal im Körper auftritt, einen günstigen Einfluß auf die Lebensfähigkeit der Samenfäden im toten Material ausüben. Im Zusammenhang mit der Ansicht, daß die Verwesungsvorgänge am Hoden später einsetzen, bzw. dieser eine gewisse Resistenz gegenüber den allgemeinen Vergiftungserscheinungen des Körpers zeigt, ließe sich die lange Lebensfähigkeit der Spermatozoen nach Eintritt des Todes erklären.

IV. Experimentelle Untersuchungen an Nebenhoden- und Ejakulatspermatozoen.

Die eigenen Untersuchungen befassen sich in erster Linie mit der Frage der Lebensdauer von Nebenhodenspermatozoen. Als Kriterien wurden die Qualität und Quantität der Bewegung und die Vitalität der Spermatozoen zur Untersuchung herangezogen. Es wurde vorwiegend mit Meerschweinchenspermatozoen gearbeitet, da sich die Untersuchung dieser Spermatozoen wegen ihrer Größe sehr vorteilhaft gestaltet, und keine Brunstzeit bei diesen Tieren während einer bestimmten Jahreszeit besteht. Vergleichsweise wurden in einer Versuchsreihe auch Bullen-, Eber-, Ratten- und Hundespermatozoen zur Beobachtung herangezogen.

Erläuterung der Versuchsanordnung.

Zur Ermöglichung der Reproduktion und zur Gewinnung vergleichender Ergebnisse bei den Tierversuchen wurde für die Gewinnung der Nebenhodenspermatozoen stets die gleiche von Doepfmer für Untersuchung an Hodenspermatozoen ausgearbeitete Methodik angewandt. Die konstante Einhaltung einer erprobten Methodik erschien schon deshalb so wichtig, weil bei gesunden Tieren gewonnene Untersuchungsergebnisse sowohl bei ein und derselben Spezies als auch bei verschiedenen sehr großen Schwankungen unterworfen sind.

Nach Tötung der Versuchstiere wurden beide Hoden, Nebenhoden und ein Teil der samenabführenden Wege herausgenommen, und die Hoden von den Nebenhoden abpräpariert. Es wurde darauf geachtet, daß durch unzureichendes Präparieren keine Reste von Hoden an dem zu untersuchenden Nebenhodenpräparat haften blieben. Die Nebenhoden wurden dann geteilt und zunächst mit der jeweils verwandten Untersuchungsflüssigkeit abgespült. Dann erfolgte mit der Schere unter Einhaltung einer konstanten Zahl von Scherenschnitten eine mechanische Zerkleinerung der Nebenhoden und eine Trennung der zerkleinerten Nebenhodenstücke von den ausgeschwemmten Spermatozoen mittels einer Filtration durch ein einfach liegendes Mullstück. Die auf diese Weise erhaltene Nebenhodenspermatozoenaufschwemmung wurde unter Verschluß mit einem locker aufsitzenden Wattepfropfen bei den angegebenen Temperaturen aufbewahrt. Zur jeweiligen Ablesung fertigten wir mit Hilfe eines in das Reagenzglas eingetauchten, chemisch gereinigten, Glasstabes nach vorheriger Umschüttelung Präparate auf Objektträgern an, auf denen der zu untersuchende Tropfen mit einem Deckglas bedeckt wurde. Bei den einzelnen Temperaturversuchen wurde auch der Objekttisch des Mikroskops, sowie die Objektträger und die Deckgläschen mittels eines Heiztisches auf die entsprechende Temperatur gebracht.

Verwendet wurden mindestens 6 Monate alte Meerschweinchen, die vor der Durchführung der Versuche wenigstens 14 Tage von weiblichen Meerschweinchen getrennt waren und in den Stallboxen nur mit anderen Männchen untergebracht waren. Die Untersuchungen wurden an 100 Meerschweinchen, 5 Hunden, 10 Bullen, 3 Ebern und zwei Ratten vorgenommen.

Fehlerquellen.

Bei der Durchführung der Versuche mußte mit folgenden vermeidbaren und unvermeidbaren Fehlerquellen gerechnet werden:

1. Das Anhaften von Hodenspermatozoen am Nebenhodenpräparat. Dies konnte durch sorgfältige Ablösung des Hodens vermieden werden. Ferner wurde das Präparat vor der Zerkleinerung in der für die Untersuchung bestimmten Extraktionsflüssigkeit abgespült.

2. Angeborene oder erworbene Störungen der Spermatogenese oder sonstige pathologische Veränderungen der Hoden und Nebenhoden. Sie ließen sich in den meisten Fällen bereits makroskopisch auf Grund des Aussehens und der Größe der Testes feststellen. Zur Ausschaltung der Beurteilung kranker Nebenhoden wurde von dem jeweils aufgeschnittenen Nebenhoden ein Nativpräparat angefertigt, und hierbei der Nachweis von Spermatozoen geführt. Zeigten sich in dem Präparat bei der mikroskopischen Betrachtung bei einer Vergrößerung von 1:550 weniger als durchschnittlich 10 Spermatozoen im Blickfeld, wurde das Tier aus der Versuchsreihe ausgeschieden. So konnten extreme Schwankungen der Ergebnisse vermieden werden.
3. Gewichtsschwankungen der Meerschweinchen zwischen 600 bis 1000 Gramm, die unberücksichtigt blieben.
4. Mögliche Veränderungen der Spermatogenese, die durch verschiedenartige Fütterung im Sommer und Winter und durch geringgradige Schwankungen der Stalltemperatur hervorgerufen wurden.
5. Die Schwankungen der Zimmertemperatur, die bei Anstellung der Versuche etwa ± 3° C betrugen.
6. Die Differenz zwischen den Temperaturen der Nebenhodensuspensionen während der Aufbewahrung (Zimmertemperatur) und der Temperatur der Suspensionen bei der Ablesung auf dem Objektträger während der mikroskopischen Untersuchung.

Die Bestimmung der Motilität.

Die Beurteilung der Qualität der Bewegung der Nebenhodenspermatozoen erfolgte nach folgender Abstufung (n. Doepfmer):

0	keine Bewegung.
1 (±)	Periodische, ruckartige, ganz geringgradige oszillatorische Bewegung des Schwanzes.
2 ±	Stetige, schwache oszillatorische Bewegung.
3 (+)	Starke oszillatorische Bewegung des Schwanzes.
4 +	Kräftige Schwanzbewegung, aber keine Vorwärtsbewegung.
5 +(+)	Kräftige Schwanzbewegung mit zeitweiliger, träger Vorwärtsbewegung und einseitigen Schwanzschlägen.
6 ++	Langsame, zum Teil kreisförmige und irrende Vorwärtsbewegung mit Abbiegung des Schwanzes.
7 ++(+)	Langsame, aber konstante gerade Vorwärtsbewegung bei einseitigen Schwanzschlägen.
8 +++	Lebhafte Vorwärtsbewegung ohne seitliche Abbiegung des Schwanzes oder einseitige Schwanzschläge.
9 +++(+)	Motilität entspricht nicht ganz 8 aber auch nicht der Optimalmotilität.
10 ++++	Äußerst lebhafte, sehr schnelle Progression, geradlinig, wie im Ejakulat.

Bei der Bestimmung der Bewegung war die Beurteilung der Qualität nur auf Grund des subjektiven Eindrucks meßbar und zu erfassen. So konnten erst nach längerer Erfahrung exakte Ergebnisse erzielt werden. Die anfangs von einem Zweitbeobachter kontrollierten Ablesungen ergaben bei der Quantität der Bewegung nie eine größere Differenz als 4 Prozent bis höchstens 8 Prozent und bei der Beurteilung der Qualität nie mehr als eine Stufe.

Bei den Motilitätsuntersuchungen mußte mit folgenden Fehlerquellen gerechnet werden:

1. Das Auftreten einer Agglutination der Spermatozoen mit teilweise sternförmigen Figuren. Hierdurch wurde die Qualität der Bewegung stark herabgesetzt und trat meist nur noch in Form einer mehr oder minder starken Oszillation in Erscheinung. Agglutinierte Spermatozoen schieden für die Beurteilung aus.
2. Bakterielle Verunreinigungen bei Untersuchung der Bewegungsdauer, durch welche die Bewegung sowohl im positiven wie im negativen Sinne beeinflußt werden konnte.
3. Geringgradige Temperaturschwankungen, die bei der Aufbewahrung bei Zimmertemperatur unvermeidbar waren und die bei der Untersuchung auf dem Mikroskoptisch auftraten.
4. Zeitliche Differenzen bei der Ablesung, die beim Aufbereiten der Spermasuspensionen(vom Zerkleinern der Nebenhoden und Filtrieren der Nebenhodenpartikel bis zum Ablesen) auftraten und besonders bei der gleichzeitigen Untersuchung mehrerer Spermasuspensionen nicht verhindert werden konnten.

Bestimmung der Vitalität.

Die Beurteilung der Vitalität der Nebenhodenspermatozoen wurde mit der erstmals von Blom angegebenen Färbemethode mit Eosin und Nigrosin zur Differenzierung lebensfähiger und toter Spermatozoen durchgeführt. Bei dieser Färbung bleiben die lebensfähigen „vitalen" Spermatozoen ungefärbt, während die toten infolge Veränderung der Zellmembran die Farbe aufnehmen und sich rot färben. Die Überlegenheit dieser Methode gegenüber der alleinigen Bewertung der Bewegung besteht darin. daß mit diesem Test auch in Ruhe befindliche, jedoch noch nicht tote Spermatozoen erfaßt werden können. Durch diesen Test sind also durch die Beurteilung von Samenfäden weitere Kriterien in der Reihenfolge: befruchtungsfähig, beweglich, unbeweglich, vital und tot geschaffen worden. Die Frage, ob eine vorübergehende Unbeweglichkeit oder der vorübergehende Nachweis der Vitalität ein Spermatozoon in seiner Befruchtungsfähigkeit schädigt, dürfte sich kaum jemals entscheiden lassen.

Für diesen Test verwandten wir die von Heinke angegebene Modifikation mit 1 Prozent Eosin für die Deckgläschenmethode und die Ausstrichmethode, wobei 1 Tropfen der in isotonischer Lösung ausgeschwemmten und filtrierten Nebenhodenspermatozoen mit einem gleich großen Tropfen Eosinlösung (1 Prozent) vermischt und ausgestrichen bezw. mit einem Deckglas bedeckt wurde.

V. Versuche über Konservierung von Meerschweinchennebenhoden und Kontrolle der Lebensdauer der Spermatozoen in verschiedenen Lösungen bei Zimmertemperatur.

Die exstirpierten Meerschweinchennebenhoden wurden entsprechend lange (1 Tag, 2 Tage usw.) im Kühlschrank bei einer Temperatur von + 4°C. aufbewahrt. Die Nebenhoden wurden in mit physiologischer Kochsalzlösung angefeuchtete Mullstreifen gepackt und anschließend in den Kühlschrank gebracht. Sie befanden sich also während der Konservierung in einer feuchten Kammer. Nach entsprechender Aufbewahrungszeit wurde die Lebensdauer der Nebenhodenspermatozoen in isotonischer NH_4Cl-, Baker-, Locke- und Ringerlösung beobachtet.

Je ein halber Nebenhoden wurde in 3 ccm Lösung aufgeschwemmt. Die Motilitätsbeobachtungen wurden alle 2 Stunden vorgenommen. Nach Aufhören jeglicher Bewegung wurde durch die Eosinfärbung nach Heinke der Prozentsatz der vitalen Spermatozoen in den verschiedenen Lösungen festgestellt.

Tabelle 1: **Dauer der Bewegung in Stunden bei Zimmertemperatur**

Konservierungsdauer in Tage	NH_4Cl		Baker		Locke		Ringer	
0	5	6	14	17	22	14	20	31
1	6	6	6	10	6	8	9	14
2	4	6	12	14	12	10	16	16
3	5	8	10	16	10	14	12	18
4	8	6	10	11	10	8	12	14
5	4	4	10	8	6	6	10	10
6	2	4	4	9	2	6	8	2
7	4	2	12	10	6	4	10	10
8	4	2	8	6	2	6	2	8
9	3	4	10	6	6	3	6	5
10	2	2	4	8	6	6	10	13
11	0	1	2	3	0	2	2	3
12	0	0	0	3	0	2	0	3
13	0	2	0	3	0	2	0	2
14	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 2: **Prozentsatz der beweglichen Spermatozoen zu Beginn d. Versuches u. Initialmotilität**

Konserv Tage:	NH_4Cl %		Baker %		Locke %		Ringer %	
0	30 ++	34 +(+)	63 ++++	94 +++	60 ++(+)	71 +++	90 ++++	95 ++++
1	50 +(+)	53 +	48 +	63 ++	67 ++(+)	68 ++(+)	72 +++	79 ++++
2	48 +(+)	60 ++	60 ++	64 ++(+)	40 ++(+)	66 ++(+)	77 ++++	80 +++
3	40 +	72 ++(+)	30 +	75 +++	50 +	70 +++	60 +	80 +++
4	32 (+)	36 (+)	50 +	52 +	54 +	58 +	56 +	60 ++
5	40 +	60 ++	40 +	62 +++	50 +++	58 +	65 +++	68 +++
6	19 +	40 +(+)	31 +	52 +(+)	50 +(+)	56 (+)	75 ++	76 ++(+)
7	48 +	48 ++	38 +(+)	50 +(+)	50 ++(+)	58 +	56 ++(+)	75 +++
8	28 +	31 +	40 +	40 ++	42 +(+)	50 +	48 ++	60 ++
9	10 ±	28 +(+)	22 (+)	30 +	26 +	40 +	42 ++(+)	50 +(+)
10	8 +	36 +	18 +	38 +	24 +	40 +(+)	36 ++	56 ++(+)
11	0	6 ±	10 (+)	16 (+)	0	10 (+)	4 (+)	18 +
12	0	0	0	14 +	0	12 +	0	14 +
13	0	8 +	0	10 +	0	12 +	0	12 +
14	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 3:

Kontrolle der Spermatozoen nach Aufhören der Bewegung auf Vitalität mittels des Eosintests nach Heinke

Konservierungsdauer in Tage	NH_4Cl %		Baker %		Locke %		Ringer %	
0	43	53	60	49	50	48	53	61
1	28	30	26	25	26	28	28	30
2	27	52	24	30	40	25	30	34
3	40	50	28	32	51	43	42	30
4	58	48	62	56	36	34	72	58
5	50	28	34	28	24	28	35	30
6	11	64	10	76	90	60	80	30
7	70	22	20	60	12	40	24	53
8	64	20	76	28	18	46	36	72
9	60	26	40	24	30	48	52	70
10	48	46	38	50	28	34	32	40
11	24	20	12	60	30	20	24	50
12	78	82	82	70	80	80	76	71
13	68	12	72	35	70	12	80	28

Nach 14 tägiger Konservierung der Meerschweinchennebenhoden im Kühlschrank wurde in keiner Lösung mehr Bewegung der Samenfäden festgestellt. Teilweise waren aber die Spermatozoen nach Heinkes Vitalfärbung mit 1 Prozent Eosinlösung noch bis zum 20. Tage vital. Die Prozentzahlen der vitalen Samenfäden lagen nach 15 Tagen Konservierung aber durchweg sehr niedrig. Der Durchschnitt ergab bei 18 Tage konservierten Nebenhoden 17 Prozent lebende Spermatozoen. Nach dem 19. Tage waren jedoch sämtliche in den Nebenhoden abgestorben. Besonders sei erwähnt, daß in einem Fall in einem 6 Tage und in einem 8 Tage konservierten Nebenhoden keine beweglichen Spermatozoen zu beobachten waren. In beiden Fällen lagen auch die Zahlen der Vitalen unter 10 Prozent. Diese beiden Beobachtungen sind in den Tabellen nicht berücksichtigt.

Ringer- und Bakerlösung erwiesen sich als die besten Suspensionsmittel, während isotonische NH_4 Cl-Lösung gegenüber diesen beiden stark abfiel. Wir erhielten in NH_4Cl stets kürzere Bewegungszeiten und schlechtere Bewegungsintensität als in den anderen Lösungen. Nebenhodenspermatozoen in Ringerlösung ergaben fast in jedem Falle den höchsten Prozentsatz an beweglichen Samenfäden als auch qualitativ beste Motilität. Die Bewegungszeiten der Spermatozoen war in Ringerlösung meist länger als in den übrigen.

VI. Versuche über die Lebensdauer d. Nebenhodenspermatozoen bei Zimmertemperatur von Meerschweinchen, Bullen, Eber, Hund und Ratte.

a) Meerschweinchen:

1/2 Nebenhoden auf 3 ccm Lösung. Als Lösungen wurden verwendet: isotonische NH_4Cl-, Baker-, Locke- und Ringerlösung. Die Kontrolle auf Bewegung erfolgte alle 2 Stunden. Nach Aufhören jeglicher Motilität wurde durch den Eosintest nach Heinke der Anteil der vitalen Spermatozoen in den einzelnen Suspensionen bestimmt.

Tabelle 4

Lösung	Anzahl Vers.	Beweglichkeitsdauer mittl.	min.	max.	Motilität zu Beginn min.	max.	Eosintest vital
NH_4Cl	8	8,5 St	4 St	12 St	(+)	++(+)	64,5%
Baker	2	15,5 St	14 St	17 St	+++	++++	55 %
Locke	2	18 St	14 St	22 St	++(+)	+++	49 %
Ringer	8	20 St	14 St	31 St	+(+)	++++	33,7%

b) Bullen:

1 Nebenhodenschweif auf 5 ccm Lösung. Als Lösungen kamen zur Verwendung: Baker und Ringer.

Tabelle 5

Lösung	Anzahl Vers.	Beweglichkeitsdauer mittl.	min.	max.	Motilität zu Beginn min.	max.	Eosintest vital.
Baker	5	39 St	28 St	59 St	ϕ*	++(+)	12%
Ringer	5	45 St	36 St	68 St	+	++++	13%

* Einmal setzte die Motilität ++(+) erst 4 Stunden nach Beginn des Versuchs ein.

c) Eber:

1 Nebenhodenschweif auf 8 ccm Lösung. Als Lösungen wurden verwendet: Baker und Ringer.

Tabelle 6

Lösung	Anzahl Vers.	Beweglichkeitsdauer mittl.	min.	max.	Molität zu Beginn min.	max.	Eosintest vital.
Baker	3	46 St	28 St	60 St	±	+(+)	24%
Ringer	3	54 St	31 St	102 St	+(+)	+++	28%

d) Hund:

1 Nebenhodenschweif auf 3 ccm Lösung. Als Lösungen kamen zur Verwendung: Baker und Ringer.

Tabelle 7

Lösung	Anzahl Vers.	Beweglichkeitsdauer mittl.	min.	max.	Motilität zu Beginn min.	max.	Eosintest vital
Baker	5	33 St	15 St	42 St	++(+)	+++(+)	17%
Ringer	5	39,5 St	19 St	50 St	++(+)	++++	15%

e) Ratte:

1 Nebenhoden auf 3 ccm Lösung. Als Lösungen wurden verwendet: Ringer und NH_4Cl.

Tabelle 8

Lösung	Anzahl Vers.	Beweglichkeitsdauer mittl.	min.	max.	Motilität zu Beginn min.	max.	Eosintest vital.
Ringer	2	7,5 St	7 St	8 St	++	+++	+)
NH_4Cl	2	5 St	4 St	6 St	+	+	+)

+) Der Eosintest ist bei Rattenspermatozoen nicht anwendbar, da diese keinen runden oder ovalen Kopf, sondern einen hackenförmigen haben, bei dem keine Differenzierung der Färbung möglich ist.

Auch in diesen Versuchsreihen zeigte sich der günstige Einfluß der Ringerlösung auf Nebenhodenspermatozoen. Es ergaben sich in den Suspensionen in Ringer stets längste Bewegungsdauer und beste Bewegungsqualität.

Vergleichsweise fällt auf, daß die Nebenhodenspermatozoen der Ratte die kürzeste Bewegungsdauer (7,5 Stunden in Ringer) aufweisen, während die des Ebers die längste (54 Stunden in Ringer) zeigen. Dazwischen liegen Bulle (45 Stunden), Hund 39 Stunden) und Meerschweinchen (20 Stunden). Die Maximalwerte zwischen Eber und Ratte differieren noch mehr: 102 Stunden gegen 8 Stunden (Ringer).

VII. Einwirkung verschiedener Temperaturen auf die Beweglichkeits- und Lebensdauer von Meerschweinchennebenhodenspermatozoen.

Die von Meerschweinchen exstirpierten Nebenhoden wurden in den Lösungen – NH_4Cl und Ringer – aufgeschwemmt. Auf 3 ccm Lösung entfiel 1/2 Nebenhoden. Die Suspensionen wurden bei Zimmertemperatur (22–24° C), 40° C und 55° C aufbewahrt. Die Kontrolle erfolgte bei den Versuchsreihen, die bei Zimmertemperatur von 40° C gemacht wurden, stündlich bzw. halbstündlich. Die Versuchsreihe bei 55°C wurde alle 5 Minuten kontrolliert. Nach Aufhören jeglicher Motilität wurden die Spermatozoen mittels des Eosintests nach Heinke auf ihre Vitalität hin überprüft. Die Temperaturversuche bei 40° und 55° C wurden im Wasserbad durchgeführt.

Tabelle 9

Zimmertemperatur 22-24° C.

Lösung	Anzahl Vers.	Beweglichkeitsdauer mittl.	min.	max.	Eosintest vital.
NH_4Cl	8	8,5 St	4 St	12 St	64,5%
Ringer	8	20 St	14 St	31 St	33,7%

Die Qualität der Motilität war völlig uneinheitlich. Sie bewegte sich in NH_4Cl-Lösung zwischen (+) und ++(+) und in Ringer zwischen +(+) und +++.

Tabelle 10

Temperatur von 40° C.

Lösung	Anzahl Vers.	Beweglichkeitsdauer mittl.	min.	max.	Eosintest vital.
NH_4Cl	5	1,8 St	75 Min.	3 St	40%
Ringer	5	6,3 St	4 St	8 St	11%

Die Intensität der Bewegung steigerte sich in der Regel während der ersten 30 Minuten des Versuchs. Sie verschlechterte sich daran anschließend stets um einige Grade. In Ringerlösung erreichten die Samenfäden mindestens eine Motilität von +++(+) und in NH_4Cl lag die optimale Bewegung bei +++.

Tabelle 11

Temperatur von 55° C.

Lösung	Anzahl Vers.	Beweglichkeitsdauer mittl.	min.	max.	Eosintest vital
NH_4Cl	5	23 Min	20 Min	25 Min	55%
Ringer	5	34 Min	33 Min	35 Min	33%

Der Grad der Motilität bewegte sich vor Einbringen der Reihe in das 55° C Medium in NH_4Cl von (+) bis ++ und in Ringer von +++ bis ++++.

Die Qualität der Bewegung stieg nach fünfminutiger Hitzeeinwirkung in jedem Falle auf +++(+) bis ++++. Nach weiterem fünf Minuten langen Einwirkung von 55° C. fiel die Motalität um einige Grade ab.

Die Ergebnisse weisen eindeutig darauf hin, daß hohe Temperaturen ungünstig auf die Bewegungsdauer und Vitalität der Nebenhodenspermatozoen wirken. Bei Zimmertemperatur lag die durchschnittliche Bewegungsdauer in Ringerlösung bei 20 Stunden, sie sank bei 40° C auf 6,3 Stunden, um schließlich bei 55° C unter der Stundengrenze (34 Minuten) anzulangen. Dabei zeigte sich, daß bei den Versuchsreihen von 55° C die geringsten Zeitdifferenzen in der Bewegungsdauer auftraten (zwischen längster und kürzester Bewegungsdauer in Ringer bestand nur ein Unterschied von zwei Minuten). Die Ringerlösung ergab auch hier wieder bessere Ergebnisse als isotonische NH_4Cl-Lösung.

VIII. Versuche zur Überlebensdauer von Nebenhodenspermatozoen des Meerschweinchens nach dem Tode.

Die Versuchstiere wurden getötet und bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Nach entsprechender Zeit wurden die Nebenhoden exstirpiert (3 bis 12 Stunden post mortem). In 3 ccm Lösung – es wurde Ringer-, phys. Kochsalz- und isotonische NH_4Cl-Lösung verwendet – wurde je 1/2 Nebenhoden aufgeschwemmt. Die Kontrolle der Motilität erfolgte alle zwei Stunden.

Tabelle 12

Lösung	Beweglichkeitsdauer			beste Motilität		
	Ringer	NaCl	NH_4Cl	Ringer	NaCl	NH_4Cl
3 St	24 St	24 St		++	+(+)	
5,5 St	19,5 St	17 St		++(+)	+++	
6 St	17 St	19 St		+(+)	+(+)	
8 St	17 St		4 St	++(+)		+
10 St	13 St		5 St	+++		+
12 St		7 St	3 St		+++	±

Mit zunehmender Liegezeit zeigen die Nebenhodenspermatozoen post mortem eine abnehmende Bewegungsdauer. Die Bewegungsintensität ist dagegen uneinheitlich. 12 Stunden post mortem erhielten wir in physiologischer Kochsalzlösung die gleiche Qualität der Bewegung wie 5 1/2 Stunden post mortem. Als Lösungen zeigen Ringer und physiol. NaCl beinahe die gleichen Ergebnisse. Isotonische NH_4Cl fällt gegenüber diesen beiden stark ab, sowohl in Bezug auf Bewegungsdauer wie auch Bewegungsintensität.

IX. Bestimmung der Lebensdauer menschlicher Ejakulatspermatozoen bei Aufbewahrung bei +4°C.

Die Ejakulate wurden nach Auszählung in Röhrchen abgefüllt und in den Kühlschrank gebracht. Die Beobachtungen erfolgten im Nativpräparat. Die Kontrolle auf Motilität wurde zweimal am Tage vorgenommen. Nach Aufhören der Bewegung wurden die Spermatozoen mittels des Eosintests nach Heinke auf ihre Vitalität hin überprüft.

Tabelle 13:

Laufende Nr.	beweglich Mill/ccm	unbeweglich Mill/ccm	Gesamt-Mill/ccm	Beweglichkeitsdauer	Eosintest vital:
				Tage	%
1	3,6	2,6	6,2	2	20
2	10,8	8,8	19,6	2	25
3	5,6	2,6	8,2	2	23
4	15,0	17,4	32,6	3	15
5	35,2	23,8	59,0	1,5	30
6	28,0	48,0	76,0	1,5	40
7	16,4	15,4	31,8	3	31
8	15,4	72,0	87,4	1	20
9	44,2	82,4	126,6	6,5	15
10	76,4	16,0	92,4	7	18
11	42,2	44,0	86,2	5	25
12	6,4	10,8	17,2	4	31
13	46,2	15,6	61,8	3	45
14	0,8	5,6	6,4	3	35
15	3,2	4,8	8,0	5	28
16	0,2	4,0	4,2	2	30
17	11,2	22,4	33,6	5	34
18	72,4	87,6	160,0	5	21
19	18,0	19,6	37,6	3	41
20	0,8	4,4	5,2	2	10
21	19,0	19,0	38,0	5	20
22	148,2	51,4	199,6	6	40
23	62,2	14,6	76,8	5	32
24	36,4	17,4	53,8	4	28
25	34,6	37,8	72,4	5	18

Längste Bewegungsdauer der bei +4°C aufbewahrten Ejakulatspermatozoen war 7 Tage. In diesem Ejakulat waren weit mehr bewegliche als unbewegliche Samenfäden enthalten. Bei einem weiteren Ejakulat, dessen Spermatozoen sich 6 Tage bewegten, war die Zahl der beweglichen ebenfalls größer, als die der unbeweglichen Samenfäden. Solch lange Bewegungszeiten wurden aber nicht nur in Ejakulaten mit vorwiegend beweglichen Spermatozoen beobachtet. Wir erhielten eine Reihe 5 bis 6 tägiger Bewegungsdauer in Präparaten, in denen mehr als die Hälfte der Samenfäden unbeweglich war.

Die Temperatur von +4°C war günstig für die Bewegungsdauer der Ejakulatspermatozoen. Wir konnten in keinem anderen Ejakulat bei Zimmertemperatur eine solch lange Motilität beobachten. Die Bewegungsintensität war bei dieser niederen Temperatur sehr gering. Bei Erwärmung auf Zimmertemperatur konnten wir meist einen höheren Grad der Motilität erhalten.

X. Nachweis von Oxydasegranula.

Ehrlich hatte im Jahre 1885 durch seine Indophenolreaktion zuerst oxydative und sauerstofftragende Fermente in den verschiedensten Organen von Säugetieren nachgewiesen. Diese Indophenolreaktion Ehrlichs wurde dann die Grundlage für alle späteren Untersuchungen über oxydative Fermente.

Voss machte eigene Versuche an Spermatozoen. Dazu benutzte er das Ejakulat eines 26 jährigen Mannes. Er machte Ausstrichpräparate und ließ diese luft-

trocknen. Er unterließ absichtlich irgendwelche Fixierung, da hierdurch die Fermente leicht hätten zerstört werden können. Anschließend wurden die Präparate gefärbt und nach Abtrocknen mit der Ölimmersion untersucht. Er beobachtete an den Randpartien des Spermatozoenkopfes dunkelblaue Stellen – „Schollen". Daß es sich hier um die Wirkung einer Oxydase handelte, zeigte er durch Aufkochen mit H_2O. Hierdurch wurde die Reaktion zerstört. Über diese Oxydasereaktion berichten auch Loeb und Katsunuma.

Diese Oxydasegranula spielen nach Katsunuma für die Stoffwechselvorgänge eine große Rolle. Es ist jedoch noch nicht entschieden, ob im Kopf selbst Stoffwechselvorgänge stattfinden. Denn Zittle und Zihin konnten zeigen, daß der Zytochromoxydasegehalt am größten im Mittelstück und im Schwanz ist, während der Kopf nur wenig davon enthält.

Die Oxydasereaktion des Spermatozoenkopfes tritt erst im Nebenhoden auf (Katsunuma, Voss). Bei Hodenspermatozoen wird sie nicht beobachtet. Sereni betrachtete sie als ein Zeichen der „Reifung" während der Passage durch den Nebenhoden Dagegen meinte Belonoschkin, es wäre nicht sicher, ob dieser Vorgang als eine Reifung der Samenfäden aufzufassen sei, wenn auch diese Reaktion bei den Samenfäden erst nach Aufbewahrung bezw. Passage des Nebenhodens auftritt. Katsunuma fand bei Untersuchungen des histologischen Aufbaues des Nebenhodens, daß sich dessen Epithel selbst durch einen hohen Gehalt von Oxydasegranula auszeichnete. Weiterhin konnte er zeigen, daß sich die Indophenoldiffusion bis zum Hinterstück des Spermatozoenkopfes und bis zum Hauptstück des Schwanzes erstreckt. Ob auch der Spiralfaden Oxydasegranula enthält, ist ungeklärt.

Eigene Beobachtungen und Versuche haben die gleichen Ergebnisse der oben genannten Autoren gezeigt. Wir verwandten zur Färbung die von W. H. Schultz angegebenen Lösungen:

1. lg α Naphtol wird mit 100 ccm dest. Wasser zum Kochen erhitzt und dann tropfenweise soviel konz. Kalilauge zugesetzt, bis sich das geschmolzene Naphtol vollständig gelöst hat. Die überstehende erkaltete Flüssigkeit ist brauchbar.
2. Ein Prozent Lösung von Dimethylparaphenylendiaminbase in dest. Wasser (kalt hergestellt).

Die Lösungen 1 und 2 werden vor Gebrauch in gleichen Mengen zusammengegeben und sorgfältig filtriert. In diesem Gemisch werden die luftgetrockneten Präparate 5 bis 10 Minuten belassen. Die so hergestellten Präparate sind nicht haltbar. Nach einiger Zeit verblassen die Farben. Voss führte dies auf eine Reduktion des Oxydaeferments hin.

Die Indophenolreaktion besteht darin, daß α Naphtol + Dimethylparaphenylendiamin zusammen Indophenolweiß und dann unter Sauerstoffaddition Indophenolblau geben.

Unsere Beobachtungen seien in folgenden Punkten zusammengefaßt:

1. Die Oxydasereaktion war bei Spermatozoen des Hodens (Meerschweinchen) nicht zu beobachten.
2. Bei Nebenhodenspermatozoen des Meerschweinchens traten dunkelblau gefärbte Granula im Spermatozoenkopf auf. Die Anordnung war ähnlich wie bei menschlichen Samenfäden, jedoch zahlenmäßig nicht so dicht.
3. Menschliche Ejakulatspermatozoen zeigten ebenfalls diese Reaktion.
4. Der Spermatozoenkopf ist in toto durchsichtig blau gefärbt. Die Randpartien des Kopfes zeigten dunkelblaue Stellen, die sich deutlich vom übrigen Teil abhoben – die Oxydasegranula. Bei stark angefärbten Samenfäden nahmen diese Granula die ganze Randpartie ein. Am stärksten ausgebildet waren sie

im Hinterstück des Kopfes. Auch bei schwach Gefärbten fanden sie sich hier, sie fehlten aber bei diesen an der Spitze. In manchen Fällen erstreckte sich die Färbung bis zum Hauptstück des Schwanzes.

XI. Diskussion.

Über die Bewegungsdauer von Hodenspermatozoen stehen sich zwei auffallend unterschiedliche Beobachtungen gegenüber. Während Belonoschkin nur eine solche von 3 Stunden beschreibt, teilt Doepfmer eine Dauer von 56 Stunden mit. Auf jeden Fall besitzen die Samenfäden im Hoden bereits ihre Bewegungsfähigkeit. Durch erfolgreich durchgeführte künstliche Befruchtungen wurde auch der Beweis erbracht, daß Hodenspermatozoen befruchtungsfähig sind.

Angaben über die Bewegungsdauer von Spermatozoen des menschlichen Nebenhodens teilt nur Belonoschkin mit. Er gibt für Nebenhodenkopfspermatozoen 13 Stunden und Schweifspermatozoen 30 Stunden an. Es erscheint demnach ein Unterschied zwischen Kopf- und Schweifspermatozoen zu bestehen. Nach allgemeiner Ansicht wird der Nebenhodenschweif als Samenspeicher betrachtet. Hier erhalten die Samenfäden durch ihren Aufenthalt eine Zunahme der Lebensdauer und Bewegungsintensität. Die Beobachtungen bei Tierversuchen ergeben weit längere Bewegungszeiten. Die Angaben sind je nach Tierart verschieden. Es treten sogar innerhalb der gleichen Art Schwankungen der Ergebnisse auf. So zeigten Meerschweinchenspermatozoen aus dem Nebenhoden\eine Motilität bis zu 70 Tagen, Kaninchen 60 Tage, Hund 90 Tage, Ratte 30 Tage. Die Befruchtungsfähigkeit erlischt in jedem Falle bedeutend früher.

Untersuchungen über das Verhalten der Spermatozoen im kryptorchiden Hoden und Nebenhoden zeigen, daß die Samenfäden unter der Einwirkung der Körpertemperatur (Bauchhöhle) solchen Schaden erleiden, daß sie in kurzer Zeit ihre Bewegungs- und Befruchtungsfähigkeit verlieren. Dies ist selbst der Fall bei den Samenfäden des Nebenhodens, der doch als Konservierungsorgan dient. Die Hoden- und Nebenhodenkopfspermatozoen zeigen sich widerstandsfähiger als die Spermatozoen des Nebenhodenschweifs, die ihre Bewegungs- und Befruchtungsfähigkeit früher verlieren.

In den Samenblasen, Samenleitern und dem Vas deferens können sich Spermatozoen einige Zeit am Leben halten. Einige Autoren sprechen die Samenblasen sogar als speicherungsfähig an. Die Zeitangaben über die Beobachtungen lebender Samenfäden in diesen Teilen reichen von 14 Tagen (Hotchkiss 14 bis 45 Tage) bis zu einem Jahr (Schmalfuß). Nach Knaus bleiben die Spermatozoen im Tierversuch 4 bis 5 Tage befruchtungsfähig.

Die Lebensdauer der Ejakulatspermatozoen hängt weitgehend von der Umwelttemperatur ab. Überhaupt gelten die Temperaturerläuterungen für alle Spermatozoen, ob im Hoden, Nebenhoden oder im Ejakulat. Die Ansicht vom günstigen Einfluß der Kälte besteht zu recht. Die Samenfäden leben in diesem Fall beträchtlich länger als bei Zimmer- bezw. Brutschranktemperatur. Aus der Literatur wie auch aus den eigenen Untersuchungen ergibt sich, daß niedere Temperatur die Motilität reduziert bezw. völlig aufhebt. Hierdurch wird wahrscheinlich der Stoffwechsel und die Energieabgabe ebenfalls vermindert, so daß durch diese Einschränkung das Leben der Spermatozoen verlängert wird. Nach Erwärmung wird die Motilität stets gesteigert. Die Samenfäden erlangten nach Einwirken von −269,5°C ihre Bewegung zurück. Bei 10°C blieben Samenfäden 4 bis 5 Tage am Leben und bei +4°C 7 Tage.

Temperaturen von 18°C scheinen für die Spermatozoen optimal zu sein. Es tritt weder eine Verringerung der Motilität ein wie bei tiefen Temperaturen, noch eine Verringerung der Bewegungsdauer, wie dies bei hohen Wärmegraden der Fall ist.

Temperaturen von 37°C und darüber verkürzen die Bewegungsdauer. Besonders auffällig ist hierbei die außerordentliche Steigerung der Bewegungsintensität zu Beginn dieses Temperaturbereiches.

Gewisse Stoffe wirken auf die Spermatozoen lebenserhaltend. Die Lebensdauer der Samenfäden wird durch diese „künstlichen Gemische" außerhalb des Körpers über die gewöhnliche Dauer verlängert. Zu diesen Stoffen zählen unter anderem besonders Gemische, in denen Glukose oder Dextrose enthalten ist. Als besonders günstig für Ejakulatspermatozoen erwies sich nach Joel Bakerlösung (maximal 700 Stunden Bewegungsdauer), während Ringerlösung keine solch langdauernde Motilität ergab. Umgekehrt zeigt sich aber in eigenen Versuchen bei Nebenhodenspermatozoen die Ringerlösung der Bakerlösung überlegen. Isotonische NH_4Cl-Lösung erwies sich bei Nebenhodenspermatozoen als völlig unvorteilhaft.

Eine große Bedeutung hat im Zusammenhang mit den künstlichen Gemischen die Frage der Verdünnung. Allgemein hat sich gezeigt, daß fortschreitende isotonische Verdünnung die Spermatozoen schädigt und schließlich lähmt. Nach Granzow ist die Dauer der Spontanbewegung umgekehrt proportional dem Grad der isotonischen Spermasuspension. Eine 3 bis 10 fache Verdünnung wird als günstig betrachtet.

Über die Bewegungsdauer der Samenfäden in der Vagina liegen die Mehrzahl der Angaben bei 2 bis 3 Stunden. Die vereinzelten Berichte, in denen von einer Lebensdauer bis zu 17 Tagen berichtet wird, liegen alle vor der Jahrhundertwende. Sie dürften durch die vielen und übereinstimmenden Ergebnisse aus neuerer Zeit widerlegt sein.

Gegenüber dem Vaginalsekret übt das Cervicalsekret eine bedeutend günstigere Wirkung auf die Samenfäden aus. Die Bewegungszeiten liegen alle beträchtlich höher als in der Scheide. Die Angaben schwanken zwischen 24 und 96 Stunden. Doch neigen die neueren Zeitangaben einer Bewegungsdauer von 48 Stunden zu (Belonoschkin, Joel, Abarbanal, Farris, Stein und Cohen). In der gleichen Größenordnung liegen auch die Ergebnisse der Tierbeobachtungen.

Im Corpus Uteri ist eine Bewegungsdauer bis zu 50 Stunden angegeben, doch sprechen die Mehrzahl der Berichte von einer solchen, die nicht über 26 Stunden hinausgeht. Jedenfalls scheint die Lebensdauer der Samenfäden im Uterus viel beschränkter zu sein als in der Cervix. Im Tierversuch lassen sich zwei Gruppen bilden. In der ersten Gruppe – Maus, Kaninchen, Ratte, Meerschweinchen, Hund – gelten im großen und ganzen die gleichen Angaben wie beim Menschen, während in der zweiten Gruppe –Pferd 4 bis 6 Tage, Fledermaus 90 bis 150 Tage, Bienen- und Ameisenkönigin 5 Jahre Befruchtungsfähigkeit – die Ergebnisse bedeutend von denen der ersten Gruppe abweichen.

Über die Lebensdauer der Samenfäden in den Tuben weist die Mehrzahl der Beobachtungen – auch im Tierversuch – auf eine Zeit von 48 Stunden hin, wenn auch zwei abweichende Angaben von Dührssen (3½ Wochen) und Nürnberger (14 Tage) vorliegen. Allgemeine Versuche in vitro mit Tubensekret und Tubenepithel (Ohlin) zeigten keine Verlängerung der Lebensdauer der Spermatozoen.

Im allgemeinen ergibt sich auf Grund der Literaturangaben, daß die Bewegungsdauer der Spermatozoen im weiblichen Organismus bis zu 48 Stunden beträgt. Knaus gibt als Dauer der Befruchtungsfähigkeit 30 Stunden an, Moench 24 Stunden, Belonoschkin bis zu 24 Stunden, Cary bis 20 Stunden, Farris 12 bis 24 Stunden, Rubinstein bis 50 Stunden und Joel bis zu 48 Stunden.

Die Berichte über die Lebensdauer der Spermatozoen post mortem zeigen, daß diese individuell verschieden ist. Am häufigsten liegen die Angaben zwischen 24 und 48 Stunden. Als längste Bewegungsdauer ist sogar 122 Stunden ange-

geben. Stammler führt diese erstaunlich langen Zeiten auf eine Unempfindlichkeit der Keimdrüsen gegenüber Vergiftungserscheinungen des Körpers zurück und Oberndorfer meint, daß die Verwesungsvorgänge am Hoden erst später einsetzen. Sehr wahrscheinlich wirkt auch die postmortale Temperatursenkung im Sinne einer Konservierung, wie dies auch Versuche bei anderer Gelegenheit gezeigt haben.

Durch Voss wurden zum ersten Mal sauerstofftragende Fermente an den Spermatozoen nachgewiesen. Diese Fermente treten als Granula an den Randpartien des Kopfes und besonders stark am Hinterstück des Kopfes auf. In manchen Fällen erstreckt sich die Oxydasereaktion bis zum Hauptstück des Schwanzes. Diese Oxydasegranula – sichtbar gemacht durch die Indophenolreaktion – treten erst an den Spermatozoen des Nebenhodens auf. An Hodenspermatozoen ist die Reaktion nicht zu beobachten. Aus diesem Grunde wird das Auftreten der Granula von manchen Autoren als Reifung der Spermatozoen im Nebenhoden betrachtet.

XII. Zusammenfassung.

Die Spermatozoen des Hodens besitzen bereits ihre Bewegungs- und Befruchtungsfähigkeit. Die längste Bewegungsdauer ist mit 56 Stunden angegeben.

Der Nebenhoden dient für die Spermatozoen als Samenspeicher. Hier erhalten sie eine Zunahme der Bewegungsintensität und der Lebensdauer. Nebenhodenkopfspermatozoen erweisen sich resistenter als Schweifspermatozoen.

In den Samenblasen und abführenden Wegen vermögen sich die Spermatozoen für längere Zeit am Leben zu erhalten. Die Angaben der Bewegungsdauer liegen zwischen 14 Tagen und 1 Jahr.

Die höchste Lebensdauer von Ejakulatspermatozoen wurde von Joel mit 700 Stunden (bei Zimmertemperatur) beobachtet.

Im weiblichen Organismus bleiben die Spermatozoen nicht länger als 48 Stunden beweglich. In der Vagina leben die Samenfäden 2 bis 3 Stunden, in der Cervix ungefähr 48 Stunden, im Corpus uteri ungefähr 26 Stunden und in den Tuben 48 Stunden.

Post mortem zeigten die Spermatozoen eine Bewegungsdauer bis zu 122 Stunden (Schmidt).

Kälte hat einen günstigen Einfluß auf die Spermatozoen. Sie leben in diesem Fall beträchtlich länger als bei Zimmer- bzw. Brutschranktemperatur. Die Bewegungsintensität ist dabei sehr gering.

Hohe Temperaturen (40° C, 55° C) wirken ungünstig auf die Lebensdauer (Bewegungsdauer) der Samenfäden. Die Motilität wird jedoch nach kurzem Einwirken dieser Temperaturen stets gesteigert.

18° C scheint für Spermatozoen die optimale Temperatur zu sein. Sie leben bei guter Motilität länger als bei Wärme und haben einen höheren Grad der Motilität als bei tiefen Temperaturen.

„Künstliche Gemische“ wirken lebenserhaltend, besonders wenn sie Glukose oder Dextrose enthalten. Für Ejakulatspermatozoen zeigte sich Bakerlösung als besonders günstig, während bei Nebenhodenspermatozoen Ringerlösung überlegen war.

Die Dauer der Spontanbewegung ist umgekehrt proportional dem Grad der isotonischen Verdünnug. Eine Verdünnung von 3:10 wird als günstig betrachtet.

Oxydasegranula tragende Spermatozoen werden durch die Indophenolreaktion nachgewiesen. Oxydasegranula tragen nur die Samenfäden, die den Nebenhoden passiert haben. Hodenspermatozoen zeigen diese Reaktion nicht.

Am Ende dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. med. H. Schuermann meinen besonderen Dank für die Überlassung des Themas auszusprechen.

Ferner danke ich Herrn Dr. R. Doepfmer für die mir gegebenen wertvollen Anregungen.

XIII. Literaturverzeichnis.

Abarbanel H. R.: Mucus, sperm and fertility, J. Mount Sinai Hosp. 14, 729, 1947.

Adam A.: Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. 35, 1, 1922.

Amantea G.: Rass Studi sess. ecc. 4, 5, 306, 1924.

Barton und Wiesner: The receptivity of cervical mucus to spermatozoa, Brit. Med. J. 2, 606, 1946.

Bederk.: Arch. Tierernährung u. Tierzucht 9, 585, 1933.

Belding: Fertility in the male, Am J. obst. 26, 868, 1933.

Belonoschkin B.: Beitrag zur Lebensdauer der Säugetierspermatozoen unter künstl. Bedingungen, Zschr. Biol, 92, 542, 1932.

Das Verhalten der menschlichen Spermatozoen im weiblichen Organismus, Mü. med. Woschr. 86, 847, 1939.

Der gegenwärtige Stand der Spermatozoenforschung, Arch. Gyn. 158, 345, 1934.

Biologie und Klinik der Spermatozoen, Arch. Gyn 169, 151, 1939.

Biologie der Spermatozoen in menschlichen Hoden und Nebenhoden, Arch. Gyn. 174, 357, 1942.

Biologie der menschlichen Spermatozoen im Konzeptionsgeschehen, Thieme Verl. Leipzig 1944.

Zeugung beim Menschen, SJOEBERGs Verlag, Stockholm 1949.

Benoit M. J.: Recherches anatomiques, cytologiques et histolog. sur les voies excrétrices du testicule chez les mammifères, Arch. d'Anat. d'hist. d'embr. 5, 1926.

Birsch-Hirschfeld: zitiert n. Belonoschkin.

Bischoff: Entwicklungsgeschichte des Kaninchenei es, Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1941.

Blom E.: A one minute live dead sperm stain by means of Eosin – Nigrosin, Fert. and Steril. 1, 176, 1950.

Bossi: Über die geeignetste Zeit der Befruchtung des Weibes und über die Vitalität der Spermien im sog. Nidus seminis, Ref. Zbl. ges. Gyn. 15, 1054, 1891.

Bourne A. W. and Williams L. H.: Recent advances in obst. and gyn. 4, 366, 1936.

Carey W. H.: Duration of sperm cell migration in uterine secretions, J.A.M.A. 106, 2221, 1936.

Crew F. A. E.: On fertility in the domestic fowl, Proc. roy. soc. Edinburg 46, 230, 1925.

Davis: zitiert n. Farris.

Day F. T.: Ovulation and the descent of the ovum in the fallopian tube of the mare after treatment with gonadotropic hormons, J. agric. Sci. 29, 459, 1939.

Doepfmer R.: Zur Kenntnis der Aspermie, Habit. Würzburg 1955.

Dührssen: Verhdlg. in Ges. f. Geburtshilfe und Gynäkologie, Z. Geb. u. Gyn. 27, 216, 1893.

Easly: Am. J. Vet. Res. 3, 358, 1942.

v. Ebner V.: Samenfäden und Samen als Ganzes, Köllikers Hdbch. Gewebelehre 3, 425, 1902.

Ehrlich P.: Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus, Berlin 1885.

Farris E. J. Human Fertility and Problems of the Male, The Author's Press. Inc. New York 1950.

Folk G. E.: Anat. Rec. 76, 103, 1940.

Fraenkel M.: Die Samenblasen des Menschen, Berlin 1901.

Girola und Pagani: Ann. Ostetr. 72, 406, 1950.

Granzow J.: Biologische, serologische und pharmakologische Untersuchungen an den Spermien des Meerschweinchens und des Menschen, Arch. Gyn. 148, 149, 1932.

Guggenberger: Untersuchungen über die Lebensfähigkeit menschlicher Spermien in vitro, Mschr. Geb. 59, 22, 1922.

Halbertsma: Arch. holl. Beitr. Natur- u. Heilkunde, Band 3, S. 322, Utrecht 1864.

Hammen R.: Acta obstet et Gyn. scand. 24, Suppl. 3, 1-206, 1944.

Hammond J.: The effect of temperature on the survival in vitro of rabbitspermatozoa obtained from the vas deferns, J. exper. Biol. 7, 175, 1930.

Hammond und Asdell: The vitality of spermatozoa in the male and female reproductive tracts, Brit. J. exp. Biol. 4, 155, 1926.

Hammond und Walton: zitiert na. Knaus.

Hausmann: Über das Verhalten der Samenfäden in den Geschlechtsorganen des Weibes, Hirschwald 1879.

Heinke: Vitalitätsprüfung menschlicher Spermatozoen durch Eosinfärbung, Z. Haut- u. Geschl., Band X, Heft 6.

Heller R. E.: New evidence for the function of the scrotum, Physiol. Zool. 2, 9, 1929.

Hirokawa W.: Über den Einfluß des Prostatasekrets und der Samenflüssigkeit auf die Vitalität der Spermien, Biochem. Z. 19, 291, 1909.

Höhne und Behne K.: Über die Lebensdauer homologer und heterologer Spermien im weiblichen Genitalapparat und in der Bauchhöhle, Zbl. Gyn. 1, 5, 1914.

Hoffmann: Vierteljschr. ger. u. öff. Med. S. 229, 1876.

Hoffmann-Haberda: Lehrbuch f. ger. Med. S. 1024, 1924.

Hori, Kanamota und Utiho: J. Japan. Obst. Gynec. 24, 2. 1941.

Hotchkiss: Fertility in Men, Lippincott 1944.

Huhner: The Huhner Test, J. Mount Sinai Hosp. 14, 387, 1947.
Ibara: Trabajos des Inst. de Cirreias Medicas 8, 207, 1947.
Ref. Excerpta Med. 3, II, 481, 1948.
Iwanoff: De la fécondation artificielle chez les mammifères, Arch. Sci. biol. Paris 12, 377, 1906.
Durée de conservation de la proprieté fécondatrice des spermatozoides de mammifères dans l'epedidyme séparé de L'organisme, Compt. Rend. Acad. Sci. Paris 183, 456, 1926.
Jaeger: Med. Korr. Blätter Württbg. Landesvers. 1891.
Jahnel F.: Über die Widerstandsfähigkeit menschlicher Spermatozoen gegenüber starker Kälte, klin. Woschr. 17, 1273, 1938.
Joel Ch.: Zur Biologie der menschlichen Samenfäden, Schweiz. med. Woschr. 440, 1942.
Die männliche Sterilität, Mschr. Geb. Gyn. 120, 225, 1945.
Studium am menschlichen Sperma, Benno Schwabe u. Co. Basel 1942.
Joel und Tschumi: Schweiz med. Woschr. 75, 358, 1945.
Katsunuma S.: Intracelluläre Oxydation und Indoblausynthese, Jena 1924.
Keibel und Mall: Handb. d. Entwicklungsgesch. d. Menschen I, 19.
Kelly: zitiert n. Knaus.
Kisch: Das Geschlechtsleben des Weibes, III. Aufl., 1917.
Knaus H.: Zur Physiologie der Spermatozoen, Arch. Gyn. 151, 302, 1932.
Die Physiologie der Zeugung, Maudrich Verl, Wien 1950.
Kugota: zitiert n. Stiasny.
Lane-Roberts, Sharman, Walker, Wiesner, Barton:
Sterility and impaired Fertility, Paul Hoeber Inc. New York – London.
v. Lanz: zitiert n. Knaus.
Lawrence: The fate of the germinal epithelium of the expermental crytorchid testes guinea pigs, Biol. Bull. Marine Biol. Lab. 51, 129, 1926.
Leeuwenhoek: Philosoph. Transactions London 1678, No. 142, 1040.
Lewin: zitiert n. Schmidt.
Lewis W. H. und Wright: On the early development of the mouse egg, Carn. Inst. Wash. Contrib. Embr. 25, 113, 1935.
Loeb J.: Die Eiweißkörper, Berlin, J. Springer 1924.
Die chemische Entwicklungserregung des Eies, Berlin 1909.
Löw O.: S.-ber. Akad. wiss. Wien, Math naturw. Kl. Anat. usw. 11, 118, 1902.
Lopyrin A. J.: Multifoetation in sheep, Moscow 1938.
Lotze und Schultz: Spermatozoen und Schwangerschaft, Zbl. Gyn. 56, 732, 1932.
Lowsley O. S.: The sexual glands of the man, New York 1942.
Mantegazza P.: Gaz med. ital. Lombardia 1866, 34, 289, 1866.
Margo: zitiert n. O. Schmidt.
Marshall F. H. A.: The physiology of reproduction, Longmans, Green & Co. London 1922.
Maschke: Handbch. ger. Med. I, S. 591, 1881.
Meaker S. R. Human sterility, causation, diagnosis and treatment, The Williams and Wilkins Comp. Baltimore 1934.
Merton H.: Proc. roy. Soc. Edinburg 59, 207, 1939.
Mettenleiter: Sperma und künstliche Befruchtung bei Mensch und Tier, Arch. Gen. 126, 251, 1925.
Moenck G. L.: J. Amer. med Assoc. 94, 1204, 1930.
Zur Frage der menschlichen Fertilität, Zbl. Gyn. 43, 2730, 1927.
Studium der Fertilität, Z. Geb. Gyn. 99, 1931.
The longvity of the human spermatozoa, Am. J. obst. gynec. 38, 153, 1939.
Moore: The behavior of the germinal epithelium in testis grafts and in experimental cryptorchid testes Science (N.Y.) 59, 41, 1924.
Nagel: Handbch. Physio. 2, 55, 1907.
Nürnberger: Klinische und experimentelle Untersuchungen über Lebensdauer der menschlichen Spermatozoen, Moschr. Geb. Gyn. 53, 87, 1920.
Sterilität, Halban Seitz, Biol. und Path. des Weibes, III, 689, 1924.
Oberndorfer S.: Die inneren männlichen Geschlechtsorgane, Handbch. spez. path. Anat. VI/III, 427, 1931.
Oehlecker: zitiert n. Stiasny.
Ohlin C. A.: The duration of life of the spermatozoa in the human unterine tube, Acta obstets. Gyn. scand. 15, 50, 1936.
Percy: Amer. med. Times 9. März 1861.
Quinlau: Afr. J. S. vet. med. Assoc. 3, 1, 1932.
Räuber: Z. f. Med. Beamte 1892
Redenz E.: Nebenhoden und Spermienbewegung, 1926. Würzburger Abhandlungen aus d. Get. d. Med. 4, 108, 1926.
Über die Wirkung des Spermins auf die Bewegung der Spermien, Pflügers Arch. Phys. 216, 605, 1927.
Über den Spaltstoffwechsel der Säugetierspermatozoen in Zusammenhang mit der Beweglichkeit, Biochem. Z. 257, 234, 1933.

Robin und Cadiat: zitiert n. Lowsly.
Roemmele O.: Biologische und physiologische Untersuchungen am Sperma und am Scheidensekret des Rindes im Hinblick auf die künstliche Besamung, Zool. Jb. 44, 85, 1928.
Rubinstein: Sperm survial in women, Fert. and Steril. 2, 15, 1951.
Sakuma H.: Experimental study on excretory function of uterine mucosa, Jap. J. Obst. Gyn. 11, 112, 1928.
Schmalfuß: Ärztl. Sachverst. Z. 21, 1919.
Schmidt O.: Z. f. ger. Med. Nr. 12, S. 210.
Schönfeld: Arch. derm. (D) 178, 358, 1938.
Schott und Phillips: Anat Rec. Amer. 79, 511, 1941.
Schrader: zitiert nach Schönfeld.
Schultze G. K. F.: zitiert n. Belonoschkin.
Schultze W. H.: Zur Technik der Oxydasereaktion, Zbl. f. allg. Kath. Band 28.
Seeligmann L.: Berichte aus Gyn. Gesellschaften und Krankenhäusern, Zbl. Gyn. S. 429, 1896.
Segre G. V. und Valle: Studi sulla fertilita, Ginecologia 1, 925, 1935.
Seguy et Vimeux: Contribution à l'étude des stérilitésinexpliquées, Gyn. obst. 27, 346, 1933.
A propos des stérilités inexpliquées, Gaz. med. de l'Est 250, 1934.
Weg der Spermatozoen im weiblichen Genitaltrakt, Gyn. et obst. 53, II, 141, 1954.
Sereni: zitiert n. Belonoschkin.
Seymour F. J.: Sterile motile spermatozoa proved by clinical experimentation, J.A.M.A. 112, 1817, 1939.
A case of authenticated fertility in a man aged 99, J.A.M.A. 105, 1423, 1935.
J.A.M.A. 106, 1728, 1936.
Shettles: Amer. J. Physiol. 128, 408, 1940.
Simmonds: Die Ursache der Azoospermie, Arch. klin. Med. 61, 1898.
Sims M. J.: Uterine Surgery, London 1866.
Gebärmutterchirurgie, Erlangen 1866.
Sobotta: Über das Verhalten der Spermatozoen im Uterus der Säugetiere. Nach Befunden an Nagetieren. Z. Morph. Anthrapol. 13, 201, 1911.
Sonderwall und Blandau: The duration of the fertilizing capacity of spermatozoa in the female genital tract of he rat, J. exp. Zool. 88, 55, 1941.
Sonderwall: J. exp. Zool. 88, 55, 1941.
Sonderwall und Young: Anat. Rec. 78, 19, 1940.
Staemmler M.: Z. menschl. Vererb. und Konst. Lehre 26, 449, 1942.
Stein und Cohen: Sperm survival at estimated ovulation time, Fertility and Sterility 2, 20, 1951.
Stiasny: Unfruchtbarkeit beim Manne, F. Enke, Stuttgart, 1944.
Stigler: Wärmelähmung und Wärmestarre der menschlichen Spermatozoen, Pflügers Arch. Physiol. 155, 201, 1914.
Der Einfluß des Nebenhodens auf die Vitalität, Pflügers Arch. Physiol. 171, 273, 1918.
Strassmann: Beitr. ger. Med, 5, 159, 1922.
Torres M.: Sur la vitalité des spermatoides, Gyn. et obstetr. 30, 544, 1934.
Uramoto: zitiert n. Stiasny.
Valentin: Lehrb. b. Physiol. d. Menschen, II, 838, 1844.
Voss H.: Der mikroskopische Nachweis oxydativer Fermente in den Spermien des Menschen, Arch. Nikr. Anat. 96, 77, 1922.
Walton A.: The relation between density of sperm suspension and fertility as determined by artificial inseminations of rabbits, Proc. roy, Soc. 101, 103, 1927.
Weismann: The eftect of temperature upon the vitality of spermatozoa, Am. J. obst. Gyn. 38, 313, 1939.
Spermatozoa and sterility, Hoeber New York – London, 1941.
White W.: The extra uterine survival of spermatozoa, J. phys. 79, 230, 1933.
Whitney L. F.: The mating cycle of the dog, Chase mag. 1927.
Williams: Ur. Rev. (Amer) 43, 587, 1939.
Wimsatt W. A.: Anat. Rec. 83, 299, 1942.
Yamane und Kato: Biol. Zbl. 48, 459, 1928.
Yochem D. E.: Spermatozoon life in the female reproductive tract of the guinea pig and rat, Biol. Bull. 56, 274, 1929.
A study of the motility and resistance of ratspermatozoa and different levels in the reproductive tract, Anat. Rec. 45, 283, 1930.
Young: A study of the function of the epididymis II. The importance of an aging process in sperm for the leng th of the period, J. morph. Physiol. 48, 475, 1929.
Zittle und Zihin B.: J. biol. chem. 144, 99–12, 1942.

Lebenslauf:

Am 6. August 1929 wurde ich als Sohn des Studienrats Alfons Woll und seiner Ehefrau Helene, geborene Serger, in Tauberbischofsheim (Baden) geboren.

Von 1936 bis 1940 besuchte ich in meinem Geburtsort die Volksschule und trat daran anschließend in das Realgymnasium ein. Dort legte ich im Juli 1949 die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1950/51 immatrikulierte ich mich als Student der Zahnheilkunde an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg. Im April 1952 bestand ich in Würzburg die zahnärztliche Vorprüfung. Im März 1954 legte ich die zahnärztliche Prüfung ab. Seit Januar 1955 arbeitete ich in der Universitätsklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten Würzburg an meiner Dissertation.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsmittel benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Hubert Woll